

Über den Nachweis von Haschisch und Haschischfälschungen

von

Antje v. Lukowicz

geb. Mömken

aus

Schweinfurt

1969
1

1970 № 230



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

Über den Nachweis von Haschisch und Haschischfälschungen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Antje v. Lukowicz
geb. Mömken
aus
Schweinfurt

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. H. Valentin
Referent: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 26.9.1969

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
I. Einleitung	5
II. Problemstellung	6
III. Haschisch	7
1) Gewinnung und Zubereitung	7
2) Zusammensetzung und Wirkung	8
3) Handelsformen	11
4) Aufnahme	11
5) Haschischstoffwechsel	13
6) Haschischnachweis in Harn und Blut	14
IV. Haschischnachweise und ihre forensische Bedeutung	16
1) Pharmakognostischer Nachweis	16
2) Farbreaktionen	20
3) Gaschromatographie	22
4) Papierchromatographie	22
5) Dünnschichtchromatographie	23
6) Spektrophotometrie	25
V. Haschischfälschungen	27
VI. Eigene Untersuchungen	28
1) Identifizierung von Haschischproben	28
a) Mikroskopische Untersuchung	28
b) Geruchs- und Brennprobe	29
c) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen	30
d) Spektrophotometrische Untersuchung	37
2) Haschischnachweis aus Pfeifen	39
a) Mikroskopische Untersuchung	40
b) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen	41

	<u>Seite</u>
c) Spektrophotometrische Untersuchung	42
d) Untersuchung von Tabakrückständen aus Pfeifen	43
3) Haschischnachweis aus Zigaretten	43
a) Untersuchung von Rauch, Asche, Filter und Tabak	46
b) Untersuchung verschiedener Tabak- sorten	47
4) Nachweis von Haschischfälschungen	48
5) Nachweis von Haschischinhaltsstoffen im Harn	53
VII. Diskussion	55
VIII. Zusammenfassung	60
IX. Literaturverzeichnis	61



I. EINLEITUNG

Cannabis ist die international gebräuchliche Bezeichnung für euphorisch wirkende Zubereitungen des Indischen Hanfes (*Cannabis sativa* L.).

Je nach Zubereitung und Aufnahme sind in den einzelnen Ländern zahlreiche Namen bekannt: z.B. Indischer Hanf, Haschisch, Marihuana (Deutschland), Marihuana, reefers (Nordamerika), maconha (Südamerika), ganja, bhang und charas (Indien), dagga (Südafrika) und kif (Nordafrika).

Hauptanbaugebiete des Hanfes sind Afrika, Nord-, Mittel- und Südamerika, Naher und Mittlerer Osten, sowie West Indien und der Indisch-Pakistanische Subkontinent. In Indien soll der größte Teil des legal hergestellten Cannabis von wild wachsendem Hanf stammen.

Grundsätzlich bildet jeder Hanf Wirkstoffe. Ihre Menge und Zusammensetzung hängt weitgehend von den klimatischen Bedingungen ab. Neben Temperaturverhältnissen ist auch der Tag-Nacht-Rhythmus von Bedeutung für die Entwicklung von Inhaltsstoffen, da der Hanf zu den obligaten Kurztagpflanzen zählt (RÖHM).

Die Vorstellung, daß hauptsächlich die weiblichen Pflanzen von *Cannabis sativa* L. wirksame Substanzen enthalten, ist weit verbreitet. 1968 prüfte VALLE die Wirksamkeit männlicher und weiblicher Hanfpflanzen im Tierversuch. Dabei ergab sich kaum ein Unterschied in der Aktivität weiblicher und männlicher Pflanzen. Die Ausbeute ist allerdings bei den männlichen Pflanzen etwas geringer.

In Deutschland unterliegen Indischer Hanf, sowie Indischer Hanfextrakt und Indisch-Hanftinktur als Rauschgifte dem Opiumgesetz. Heute ist man der

Überzeugung, daß Haschisch keine Sucht im eigentlichen Sinne erzeugt, da keine Neigung zur Dosissteigerung und auch keine Entziehungssymptome auftreten, wie sie von Cocain, Opium und seinen Derivaten und synthetischen Medikamenten mit morphinähnlicher Wirkung bekannt sind. (MORAES ANDRADE) .

Es wurde vorgeschlagen, den Ausdruck Haschischsucht durch "dependence of hashish type" zu ersetzen (WATT 1965). Die Abhängigkeit vom Haschisch soll nicht größer sein als bei Alkoholismus oder beim Rauchen. (GOODMAN).

II. PROBLEMSTELLUNG

In der vorliegenden Arbeit sollte die Brauchbarkeit verschiedener Haschischnachweisverfahren zur Identifizierung von Haschischinhaltsstoffen in Haschischproben, Zigaretten, Pfeifen u.s.w. geprüft werden. Außerdem wurden Haschischfälschungen auf ihre Zusammensetzung untersucht. Schließlich wurde versucht, aus dem Harn den Nachweis einer Haschischaufnahme zu erbringen.

III. HASCHISCH

1) Gewinnung und Zubereitung

Die Art der Gewinnung und der Zubereitung des Hanfes ist neben den klimatischen Verhältnissen ausschlaggebend für den Gehalt an Wirkstoffen in den einzelnen Zubereitungen. Während die Blätter der Hanfpflanze nur wenig oder gar keine Wirkstoffe enthalten, sezernieren die Drüsenhaare zur Blütezeit ein Harz, welches in großer Menge die Haschischwirkstoffe enthält. Mit Beginn der Samenreife wird die Harzproduktion eingestellt. Der Samen selbst enthält auch in geringer Menge Wirkstoffe.

In Ghana und Nigeria ist es üblich, die ganzen Hanfpflanzen zu trocknen. Dieses relativ harzarme Produkt wird dagga genannt. Die Bantus bevorzugen dagga, welches Samen enthält.

Ein anderes harzarmes Produkt, das aus zerriebenen bzw. zerschnittenen Pflanzenspitzen und Blättern besteht, ist bhang, dessen Genuß in Indien erlaubt ist. In anderen Ländern ist es üblich, nur die Blüten und Triebspitzen der Pflanzen zu trocknen und zu zerkleinern. Marihuana und ganja sind Beispiele für diese Art von Zubereitung. Ihr Harzgehalt ist wesentlich höher als der der erstgenannten Zubereitungsart.

Schließlich sind noch verschiedene Verfahren bekannt, das Harz möglichst rein zu gewinnen. Es wird berichtet, daß man mit Lederschürzen bekleidet die Hanffelder durchstreift. Dabei haftet das Harz am Leder und kann anschließend abgekratzt werden.

Da die Wirkstoffe des Hanfes nur in den wasserunlöslichen Teilen der Pflanze enthalten sind, kann man durch Kochen der Blütenstände eine weitgehende Trennung des Harzes von den übrigen Pflanzenbestandtei-

len erreichen. Das Harz sammelt sich an der Wasseroberfläche an und wird abgeschöpft. Diese Art von Zubereitung soll besonders in Indien üblich sein. Charas ist eine sehr harzreiche Zubereitung.

2) Zusammensetzung und Wirkung

Haschisch enthält in wechselnden Mengen, je nach Art, Reifestadium und Ursprungsland folgende, seit längerem bekannte Cannabinolverbindungen:

Cannabidiolsäure (CBDS)

Cannabidiol (CBD)

Tetrahydrocannabinole (THCe)

Cannabinol (CBN)

Außerdem wurden in den letzten Jahren noch verschiedene andere Cannabisinhaltsstoffe isoliert:

Eugenol, Guaiacol (OBATA 1960)

Cannabigerol (GAONI 1964)

Cannabigerolsäure (MECHOULAM 1965)

Cannabinolsäure (MECHOULAM 1965)

Tetrahydrocannabinolcarboxylsäure (KORTE 1965)

Cannabichromen = THC II (CLAUSSEN 1966)

Tetrahydrocannabitriol

(Cannabidiolcarboxylsäureester) (v. SPULAK 1968)

Cannabicyclol (KANE 1968)

Cannabidivarin (VOLLNER 1969)

Die Biogenese dieser Verbindungen wird bei MECHOULAM (1967) folgendermaßen zusammengefaßt:

Die Kondensation von Geranylphosphat mit Olivetol oder Olivetolsäure führt zu Cannabigerol bzw. Cannabigerolsäure. Ein Ringschluß von Cannabigerol zu einem Cannabidiol ist nicht möglich, da Cannabidiol eine höhere Oxydationsstufe besitzt als Cannabigerol.

Nimmt man an, daß Cannabigerol zu 8-Hydroxycannabigerol oxydiert wird, so läßt sich die Cyclisierung zu Cannabidiol oder Cannabichromen erklären.

Der Ringschluß von Cannabidiol zu Δ^1 -THC ist einfach (ADAMS 1943). Durch Dehydrierung entsteht aus Tetrahydrocannabinol schließlich Cannabinol (ADAMS 1940,2).

Die euphorisierende Wirkung des Haschisch wird heute allgemein den Tetrahydrocannabinolen zugeschrieben. (WOLLNER, LOEWE 1950, KARBE, ADAMS, u.v.a.)

ADAMS (1) isolierte 1940 zwei isomere Tetrahydrocannabinole, die sich in der Stellung einer Doppelbindung unterschieden. WOLLNER isolierte ein hoch wirksames Tetrahydrocannabinol aus indischem charas.

KORTE isolierte 1964 drei Tetrahydrocannabinole.

Das Harz von Cannabis sativa L. enthält eine Mischung von Tetrahydrocannabinol-Isomeren, die die eigentliche Wirksamkeit ausmachen.

Verbindung	Wirkung	Autor
Cannabinol	unbedeutend	LOEWE 1945
Cannabidiol	antibiotisch	KORTE 1960
Cannabidiolsäure	antibiot.,sedativ	SCHULTZ 1958/59
Δ^1 -THC	Ataxie,Analgesie	BICHER 1966
$\Delta^1(6)$ -THC	Ataxie,Analgesie	BICHER 1966
Cannabigerol	antibiotisch	MECHOULAM 1965
Cannabigerolsäure	antibiotisch	MECHOULAM 1965
Cannabichromen	Ataxie, sedativ	GAONI 1966

Tab.1

Wirkungen der verschiedenen Cannabisinhaltsstoffe. (Ataxie wurde beim Hund, Analgesie bei der Maus und beim Kaninchen beobachtet.)

Die wirksame Dosis von Haschisch schwankt individuell (LOEWE 1950). Sie liegt bei 3-5 mg Δ^1 -THC für den Menschen (GAONI 1964). Nach HESSE reichen etwa 200 mg gekochter Haschisch aus, einen Rauschzustand zu verursachen. Dieser ist durch Euphorie, Analgesie und verschiedene Sinnestäuschungen gekennzeichnet. Dabei stehen Licht- und Farbvisionen und zum Teil auch stärkere Gehörsempfindungen im Vordergrund. Das Bewußtsein ist nicht völlig aufgehoben, jedoch gehen örtliche und zeitliche Orientierung verloren. Bei weiterer Aufnahme von Haschisch können sich an den Rauschzustand Angstzustände, Halluzinationen und ein depressives Stadium anschließen. Dieses kann schließlich in einen narkoseähnlichen Schlaf übergehen.

In den subjektiven Empfindungen soll der Haschischrausch dem LSD-Rausch ähneln. Es besteht jedoch keine Kreuztoleranz. (ISBELL).

Agressivität und asoziales Verhalten sind im Haschischrausch seltener als beim Alkoholrausch. (MURPHY).

Häufig werden kriminelle Handlungen in Beziehung zum Haschischrausch gebracht. (FISCHER, JOACHIMOGLU, MUNCH u.a.).

MORAES ANDRADE (1964) untersuchte 120 Patienten, deren Straftat in direkten Zusammenhang mit einer Haschischaufnahme gebracht wurde. 83 dieser Patienten hatten entweder Psychosen oder andere Krankheiten, wie z.B. Schizophrenie, Oligophrenie und Cyclothymie. Bei keinem der 120 Patienten konnte die begangene Straftat in Beziehung zum Cannabis gebracht werden.

An Nebenwirkungen von Haschisch sind beschrieben: Trockenheit des Mundes, Conjunctivitis, Mydriasis

Dermatitis, Hyperreflexie, Anstieg der Pulsfrequenz, mäßiger Blutdruckabfall, Hypothermie, verstärkte Diurese, Atemdepression u.a.m.

Bei chronischer Haschischaufnahme kann es leicht zu lethargischem Verhalten kommen. Veränderte Lebensbedingungen können zu Unterernährung und zum körperlichen Verfall führen (MURPHY).

STRINGARIS (1939) spricht von Persönlichkeitsverfall und "Haschischdemenz".

3) Handelsformen

Verteilung und Besitz von Haschisch sind in Deutschland und in den meisten anderen Ländern verboten.

In Deutschland unterliegt Haschisch als Rauschgift dem Opiumgesetz. Es wird bei uns meist als feines, braun-grünes Pulver mit charakteristischem Geruch oder in gepreßter Form gehandelt. Die gepreßten Tafeln sind außen dunkelbraun und glatt, die Schnittfläche ist braun-grün. Die ganze Masse ist plastisch, bei höheren Temperaturen leichter verformbar.

In Amerika sind sogenannte reefers im Handel. Dabei handelt es sich um Marihuanazigaretten, die etwas länger sind als normale Zigaretten.

In Südafrika sind "King size" Zigaretten auf dem Markt, die zu 50% aus Tabak und zu 50% aus dagga bestehen. Sie sind mit braunem Papier umwickelt. In Ländern, in denen Haschisch nicht nur geraucht wird, sind noch andere Formen, z.B. Haschischöl und Haschischextrakt im Handel.

4) Aufnahme

Im allgemeinen wird Haschisch geraucht. Dabei können die verschiedenen Zubereitungen wie Zigaretten geraucht werden, entweder rein (dagga) oder harzreichere Produkte (charas) mit Tabak vermischt.

Bevorzugt wird hierfür Nicotiana, ein besonders starker Tabak. Neben den käuflichen Cannabiszigaretten wird auch zum Teil aus normalen Zigaretten ein Teil des Tabaks entfernt und durch Haschisch ersetzt, oder selbstgedrehte Zigaretten werden mit einem Gemisch von Tabak und Haschisch geraucht. In der Marihuana-zigarette werden getrocknete Blütenstände geraucht. Verschiedenste Pfeifen werden zum Haschischrauchen benutzt. Im Osten werden Wasserpfeifen bevorzugt, in Südafrika raucht man zum Teil aus Kuhhornpfeifen. Einige Autoren betonen, daß sich der Haschischraucher im Gegensatz zum Alkoholiker oder Morphinisten gerne in Gruppen oder auf Partys zusammenfindet (WATT 1965, BROMBERG, ASUNI 1964, CHOPRA).

Neben der Haschischaufnahme durch tiefe Inhalation beim Rauchen ist in manchen Ländern die orale Aufnahme von Haschisch üblich. In Persien wird Haschisch mit den Speisen gekocht. Mit Zucker, Curry oder Cayennepfeffer vermischt wird Cannabis auch oral aufgenommen. In Mexiko werden alkoholische Haschischextrakte getrunken. Der unangenehme Geruch kann durch Erwärmen beseitigt werden. Zum Teil wird auch unvorbereitetes Material gekaut. Schnupfen von Haschischpulver wird von MURPHY erwähnt.

Die Haschischwirkung ist beim Rauchen dreimal so stark wie bei oraler Aufnahme (ISELL).

In Afrika, mit Ausnahme der Nordafrikanischen Küste, sowie in USA und Brasilien wird Haschisch ausschließlich geraucht. Nur oral aufgenommen wird Cannabis in Griechenland, Ägypten, Syrien, Arabien und Persien. Rauchen und Essen von Cannabis ist in Indien, Mexiko und Marokko üblich (WATT 1965).

5) Haschischstoffwechsel

Aus Tierversuchen liegen verschiedene Beiträge zum Haschischstoffwechsel vor.

LOEWE (1946) injizierte Hunden große Dosen von Cannabisarz intravenös, entnahm diesen Hunden zu verschiedenen Zeitpunkten Blut und erzeugte mit den Blutextrakten bei anderen Hunden eine Ataxie. Urinextrakte zeigten keine solche Aktivität.

MIRAS (1965) injizierte Ratten C^{14} -THC intraperitoneal und beobachtete bereits mit den ersten Zeichen einer Wirkung Radioaktivität im Urin. 90 Minuten nach der Injektion ließ er die Tiere ausbluten und bestimmte die Radioaktivität in den verschiedenen Organen. Die Leber stand mit 4,8% der injizierten Dosis an erster Stelle. Im Blut fanden sich nur 0,5% der injizierten Dosis.

AGURELL (1969) injizierte Ratten tritiummarkiertes Cannabinol und Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC = $\Delta^1(6)$ -THC) intravenös. Innerhalb der ersten Woche wurden weniger als 50% der verabreichten Menge ausgeschieden, 7-12% davon im Urin, der Rest in den Faeces.

Innerhalb der ersten 24 Stunden erschienen 2-6% der Radioaktivität von Δ^9 -THC im Urin. Unverändertes Δ^9 -THC wurde, wenn überhaupt, nur zu 0,006% im Urin gefunden.

JOACHIMOGLU (1967) injizierte Ratten C^{14} -THC intraperitoneal. Innerhalb von 5 Tagen nach Injektion wurden 11,9% und 68,3% der Radioaktivität in Urin bzw. faeces wiedergefunden. 60% der injizierten Menge wurden innerhalb von 30 Stunden von der Galle aufgenommen. Freies THC konnte in Galle und Urin nicht nachgewiesen werden.

Untersuchungen bei Haschischrauchern führte BONZANI DA SILVA durch. Drei Stunden nach Haschischrauchen

waren im Blut größere Mengen Cannabinol nachweisbar. Bereits eine Stunde später ließen sich nur noch Spuren nachweisen. Im Urin war 6 Stunden nach Haschischaufnahme ein hoher Cannabinolgehalt und eine Stunde später nur noch eine Spur Cannabinol festzustellen. Im Speichel ließ sich Cannabinol 20 Minuten nach Haschischrauchen nachweisen.

Cannabinol konnte nicht nur bei gewohnheitsmäßigen Haschischrauchern, sondern auch bei Personen, die 20 Minuten lang einer Atmosphäre von Haschischrauch ausgesetzt wurden, im Urin nachgewiesen werden. Bei Tabakrauchern fand sich kein Cannabinol im Urin.

6) H a s c h i s c h n a c h w e i s i n H a r n u n d B l u t

Der Nachweis von Haschischinhaltsstoffen oder Metaboliten im Harn ist von großem Interesse zur Identifizierung von Haschischrauchern.

1965 konnte SIEPER auf der Dünnschichtplatte eine Fraktion nachweisen, die in ihrem Verhalten dem Cannabinol entsprach. Ein Alkoholextrakt von überreifem Haschisch wurde Versuchspersonen in relativ großen Mengen oral verabreicht, sodaß die typisch euphorische Wirkung auftrat. Der Urin dieser Versuchspersonen wurde mit Salzsäure hydrolysiert und mit Pentan extrahiert. Nach dünnschichtchromatographischer Auftrennung fand sich im Extrakt eine Verbindung mit dem gleichen Rf-Wert und der gleichen Farbreaktion mit Echtblausalz B wie Cannabinol. Andere Haschischbestandteile bzw. Abbauprodukte konnten hierbei nicht nachgewiesen werden. Leerproben fielen negativ aus.

BONZANI DA SILVA benutzte zum Nachweis von Cannabinol in Harn, Speichel und Blut ebenfalls die Dünnschichtplatte.

schichtchromatographie. Als Laufmittel verwendete er ein Gemisch von Chloroform/Methanol/Kerosin. Die Detektion erfolgte mit tetranitriertem Benzidin. AGURELL (1969) extrahierte den Urin der Reihe nach mit Petroläther, Äther und n-Butanol. Mit Petroläther ließ sich nur das unveränderte tritiummarkierte Δ^9 -THC extrahieren. 17-40% der innerhalb der ersten 24 Stunden im Urin ausgeschiedenen Radioaktivität konnten mit Äther extrahiert werden. Zur dünn-schichtchromatographischen Auftrennung der Extrakte wurden Dimethylformamid-imprägnierte Kieselgel G Platten verwendet. Als Laufmittel diente das Gemisch Petroläther/Äther (4:1). Die mit Äther extrahierte Fraktion enthält nur Metaboliten. Nach dünn-schichtchromatographischer Auftrennung wurde die Radioaktivität direkt über dem Startpunkt gemessen. Unverändertes Δ^9 -THC hat einen höheren Rf-Wert. Der größte Teil der Aktivität, der nach Extraktion mit Petroläther und Äther in der wässrigen Phase zurückbleibt, kann mit n-Butanol extrahiert werden. Nach Meinung des Autors liegt keine glukuronidische Bindung vor, da Glukuronidasezusatz kein freies Δ^9 -THC lieferte.

IV. HASCHISCHNACHWEISE UND IHRE FORENSISCHE BEDEUTUNG

1) P h a r m a k o g n o s t i s c h e r N a c h - w e i s

Die mikroskopische Untersuchung von Haschisch ist eine wertvolle Vorprobe beim Nachweis von Haschisch. Die Kenntnis des feingeweblichen Aufbaues von Cannabis sativa L. ist Voraussetzung für ihre erfolgreiche Anwendung.

RÖHM beschäftigte sich eingehend mit dem mikroskopischen Nachweis des Hanfes.

Zur Herstellung der Präparate läßt man das Gemisch NaOCl/Wasser (1:9) so lange auf die Droge einwirken, bis die Zellen einen der Frischpflanze entsprechenden Turgor aufweisen. (HORTON). Die Untersuchung beschränkt sich auf Längs- und Querschnitte der Blattspreiten.

Die Blattoberseite besitzt kurze, kegelförmige Haare, deren Inneres fast vollständig von einem Cystolithen ausgefüllt ist. Der Cystolithenstiel ist verkieselt und trägt einen maulbeerartigen, mit Calciumcarbonat imprägnierten Körper. Die Haare der Blattunterseite sind dagegen länger und meist rechtwinkelig zur Blattspitze geneigt. Sie ragen aber nicht wie die Haare der Oberseite in das Blattmesophyll (Blattfleisch zwischen oberer und unterer Epidermis). In ihrem proximalen Teil enthalten sie ebenfalls einen Cystolithen (s. Abb. 1, S. 18)

Insbesondere die oberen Blätter der Pflanze tragen auf der Blattunterseite außerdem noch Drüsenhaare, die das wirksame Harz sezernieren (s. Abb. 2, S. 18). Sie bestehen aus einer Basalzelle, die in die

Epidermis eingesenkt ist, sowie einer oder zwei Stielzellen und acht oder sechzehn Sezernierungszellen.

Das von ihnen ausgeschiedene Harz wölbt die Cuticula nach außen vor. Im Bereich der weiblichen Blütenstände ist sie meist geplatzt, was den Nachweis der Drüsenhaare erschwert. Es gibt noch eine zweite Form von Drüsenhaaren, die nur aus einer Stielzelle und einem einzelligen Köpfchen besteht.

Alle Haare leuchten im polarisierten Licht aus dunklem Untergrund hell auf (BÄUMLER).

Cystolithenhaare kommen außer bei *Cannabis sativa* L. in verschiedenen anderen Dikotyledonen, insbesondere Moraceae, Boraginaceae, Ulmaceae und Cannabinaceae vor. Mit der Morphologie der verschiedenen Cystolithen beschäftigt sich NAKAMURA (1969).

In 600 Dikotyledonenarten konnten verschiedenste Cystolithenformen gefunden werden, z.B. punktförmig, stäbchenförmig, gesternt, fusiform u.a.

Verwechslungsmöglichkeiten mit *Cannabis sativa* L. bieten z.B. *Urtica dioica* und *Urtica urans*. Sie besitzen Stechhaare, die den Cystolithen von *Cannabis sativa* L. ähneln. Bei näherer Betrachtung kann man an der Spitze dieser Stechhaare eine kleine Erhebung erkennen. Bricht die Spitze ab, so tritt Flüssigkeit aus dem Haar aus. Spitze und Wände der *Urtica*-Haare sind verkieselt, die Basis soll verkalkt sein, ist aber nicht verbreitert wie bei *Cannabis sativa* L. *Broussonetia papyrifera* (Moraceae) hat ähnliche Cystolithenhaare wie *Cannabis sativa* L.

Von den Ulmaceae haben *Aphananthe*, *Celtis* und *Trema* ähnliche Haare wie Indischer Hanf.

Eine weitere Verwechslungsmöglichkeit stellt *Tournefortia scabra* dar.

Bemerkenswert ist, daß keine der 82 Dikotyledonen-

arten, die nach dem mikroskopischen Bild mit *Cannabis sativa* L. zu verwechseln sind, einen positiven Duquenois-Levine-Test lieferte.

ASAHINA (1966) untersuchte Pflanzen, die botanisch mit *Cannabis sativa* L. verwandt sind und z.T. irrtümlich als *Cannabis* eingezogen worden waren.

Die Blattschnitte wurden mit Chloralhydrat betrachtet.

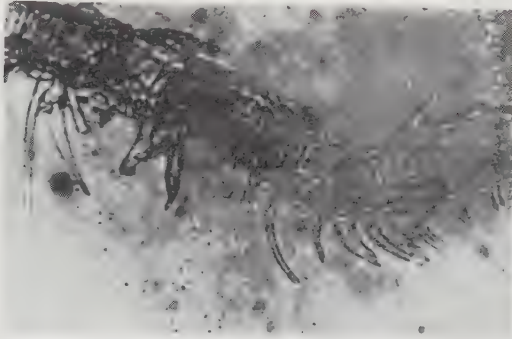


Abb.1 *Cannabis sativa* L., Blattquerschnitt (ASAHINA)

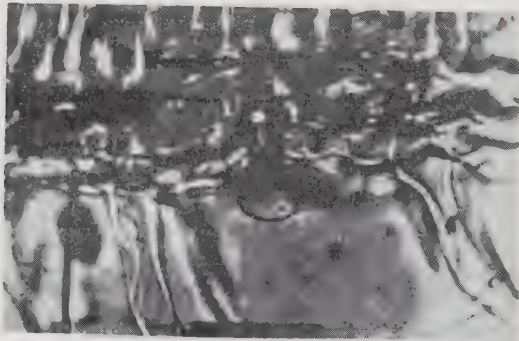


Abb.2 Drüsenhaar von *Cannabis sativa* L. (ASAHINA)

Humulus lupulus L. var. *cordifolius* Maxim. hat wie *Cannabis sativa* L. starre, gebogene Haare auf der Blattoberseite und lange Haare an der Blattunterseite. Die Anzahl der Haare ist jedoch weit geringer und die Haare der Blattoberseite haben keinen Cystolithen.

Hopfen, *Humulus lupulus* L. hat auf der Blattoberseite ähnliche Haare wie *Cannabis sativa* L., aber kleine Stacheln auf der Blattunterseite, die bei Indischem Hanf fehlen.

Maulbeerblätter haben ebenfalls Cystolithenhaare, aber keine Haare auf der Blattunterseite.

Nicotiana tabacum L. hat im Gegensatz zu *Cannabis sativa* L. multicelluläre Haare auf beiden Blattseiten und ist somit leicht zu unterscheiden (s. Abb. 3)
Teeblätter, *Thea sinensis* L. haben keinerlei Haare.

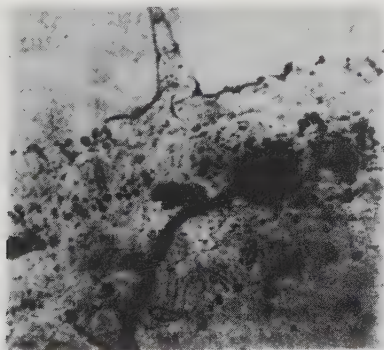


Abb. 3 *Nicotiana tabacum* L. mit multicellulären Haaren (ASAHIINA)

Die mikroskopische Untersuchung ist für forensische Zwecke nicht ausreichend, da neben den vielen Verwechslungsmöglichkeiten auch keine Aussage über In-

haltsstoffe des Hanfes gemacht werden kann.

2) Farbreaktionen

Zum Haschischnachweis werden meist drei verschiedene Farbreaktionen angewendet:

a) Duquenois-Levine-Test

Das Reagenz besteht aus Vanillin (0,4g) und Äthanol (20 ml, 95%ig) mit einigen Tropfen Acetaldehyd.

Zur Ausführung des Testes werden 5-10 mg des zu untersuchenden Materials mit 2 ml frisch angesetztem Reagenz ca. 1 Minute kräftig geschüttelt. Nach Zugabe von 2 ml Salzsäure bildet sich bei positivem Ausfall des Testes eine tief blau-violette Färbung, die sich mit Chloroform ausschütteln läßt.

Bei Haschisch liefert das Cannabidiol die blau-violette Anfärbung mit dem Reagenz.

Untersuchungen der UN narcotics laboratory (UN SECRETARIAT 1960, 1961) ergaben, daß außer Cannabis sativa L. noch folgende Pflanzenarten einen positiven Duquenois-Levine-Test liefern: Thymus vulgaris L., Salvia officinalis L., Satureia hortensis L., Eucalyptus, Globulus labill., Artemisia, Dracunculus L., Ficus carica L., Rhamnus Frangula L. und Pelargonium Capitatum L.

Außerdem wurden 48 reine Substanzen pflanzlichen Ursprungs getestet und bei folgenden positive Reaktionen mit dem Duquenois-Levine-Test erhalten: Carvacrol, Caryophyllen, Cinole, Citral, Citronellal, Citronellol, p-Cymene, Farnesol, Geraniol, Gaiazulene, Furfurol, Linalool, Nerol, alpha-Phellandren, Resorcinol und Thymol.

Es handelt sich also um einen weitgehend unspezifischen Test, der allenfalls in Verbindung mit anderen

Nachweisverfahren (z.B. Mikroskopie) anzuwenden ist.

b) Beam's Reaktion (BEAM 1911)

Als Reagenz dient 5%ige äthanolische Kalilauge.

Nach 5 Minuten langem Erhitzen tritt bei positivem Ausfall der Reaktion eine violette Färbung auf.

Sowohl Cannabidiol als auch Cannabidiolsäure liefern mit Beam's Reagenz eine violette Färbung.

Da es Haschischsorten gibt, die nur wenig oder gar kein Cannabidiol bzw. Cannabidiolsäure enthalten (überreifer Typ), kann der Beam's Test nicht zum Ausschluß von Cannabis angewandt werden. Er fällt bei diesen Haschischsorten entweder schwach positiv oder negativ aus (GRLIC 1962). Dasselbe gilt auch für den Duquenois-Levine-Test, bei dem ebenfalls das Cannabidiol für den positiven Ausfall der Reaktion verantwortlich ist.

Nach Untersuchungen der UN narcotics laboratory (UN SECRETARIAT 1960, 1961) geben auch *Salvia officinalis* L. und *Rosmarinus officinalis* L. eine schwach positive Reaktion mit dem Beam's Reagens. Von den getesteten Reinsubstanzen pflanzlichen Ursprungs lieferten l-Carvone, Cinnamic aldehyd, Citral, Juglone und Resorcinol Farbreaktionen von gelb bis braun-grün.

c) Ghamrawy-Test (GHAMRAWY 1937)

Cannabinol, Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol liefern mit dem Reagenz (p-Dimethylaminobenzaldehyd - H_2SO_4) eine braun-rote Farbe. Alle von den UN narcotics laboratory (UN SECRETARIAT 1960, 1961) getesteten Substanzen ergaben ebenfalls eine Farbreaktion. Mit Ausnahme von *Ficus carica* L. zeigten auch alle getesteten Pflanzenarten eine mehr oder weniger starke Reaktion, sodaß dieser Test keine praktische Be-

deutung hat.

Die gleichzeitige Anwendung aller drei Farbreaktionen liefert eine relativ hohe Wahrscheinlichkeit, daß es sich um Haschisch handelt. Einen positiven Ausfall aller drei Reaktionen fand man nur bei *Salvia officinalis* L.

Zum sicheren Nachweis ist jedoch die Kombination der Farbtteste auch nicht ausreichend. Für forensische Zwecke sollte auch der Nachweis der Tetrahydrocannabinole als eigentliche Wirkstoffe erfolgen.

3) Gas chromatographie

Mit dem gaschromatographischen Nachweis von Haschisch beschäftigen sich mehrere Autoren (KINGSTON, SCARINGELLI, MARTIN, FARMILLO, DAVIS u. FARMILLO, LERNER, CLAUSSEN 1966, HEAYSMAN, HOLLOWAY, CADDY, MACHATA). BETTS u. HOLLOWAY stellten fest, daß Salbei und Rosmarin Substanzen enthalten, die bei der gaschromatographischen Untersuchung zur Verwechslung mit Cannabis führen können. Sie empfehlen daher die Kombination von Gas- und Dünnschichtchromatographie zum Nachweis von Haschisch.

4) Papier chromatographie

Die papierchromatographische Auftrennung von Haschisch erfolgte zuerst durch ASAHINA 1957.

OBATA (1960) wies mit Hilfe der Papierchromatographie Eugenol, Guaiacol und zwei unbekannte Carbonylverbindungen in Cannabis nach.

Die Auftrennung acht verschiedener Phenole beschreibt DE ROPP (1960). Er verwendete als Laufmittelgemisch Dimethylformamid/Cyclohexan (1:10). Bei weiterer Verteilungschromatographie auf Kieselgur (Celite 545)

konnte Tetrahydrocannabinol von anderen Fraktionen getrennt werden.

FARMILLO u. DAVIS (1961) modifizierten das von DE ROPP angegebene Verfahren. Sie trennten 10 phenolische Komponenten von Cannabis auf und gaben die Rf-Werte von Cannabinol, Cannabidiol, Tetrahydrocannabinol und Cannabinolsäure an. Als Laufmittel diente mit Dimethylformamid gesättigtes Cyclohexan. Das Papier (Whatman 1) wurde mit der unteren Dimethylformamidschicht gesättigt und durfte vor dem Entwickeln nicht trocknen. Überschüssiges Dimethylformamid wurde abgelöscht. Die Detektion erfolgte mit diazotiertem p-Nitroanilin.

Auf silikonharzimprägniertem Papier trennte KORTE (1960) Cannabidiol, Cannabinol und Tetrahydrocannabinol (Ligroin/Benzol/Chloroform/Methanol/Wasser 2:2:1:4:1).

SCHULTZ (1962) benutzte hydrophobes Papier (Dowex silicon) und chromatographierte aufsteigend in Toluol/Methanol/Wasser (5:5:1,5).

Mit formamidgesättigtem Papier in Benzol arbeitete KOLSEK (1962). Die Fraktionen wurden mit Äthanol eluiert und nach Umsetzung mit p-nitro-diazo-benzol-tetrafluoroborat wurde der gebildete Azofarbstoff nach einer Stunde im sichtbaren Bereich spektrophotometrisch gemessen. Das Maximum lag bei 425 nm.

CLARKE (1969) gibt zur Auftrennung von Haschisch das Lösungsmittel Carbontetrachlorid/Benzol (1:1) und das Papier Whatman SG 81 an.

5) D ü n n s c h i c h t c h r o m a t o g r a p h i e

KREIJCI (1961) berichtete erstmals über die Anwendung der Dünnschichtchromatographie zur Auftrennung von Haschischbestandteilen.

1964 beschrieb BÄUMLER das Auftreten von 2 Flecken bei Dünnschichtchromatographie auf Kieselgel G. Als Laufmittel dienten Methanol/Aceton/Triaethanolamin (1:1:0,03) und Methanol/Chloroform/Aceton (1:1:1). Zur Detektion wurde diazotierte Sulfanilsäure in Natriumcarbonatlösung oder modifiziertes Duquenois-Reagens (1g Vanillin in 100 ml 50%iger Phosphorsäure) benutzt. Die Flecken färbten sich damit dunkelgelb bzw. blau-violett an. Der Autor empfiehlt, zum Beweis von Haschisch 4 verschiedene Verfahren (Mikroskopie, Farbreaktion, Dünnschichtchromatographie und UV-Spektrophotometrie) anzuwenden, da keines von ihnen absolut spezifisch sei.

KORTE und SIEPER (1964) chromatographierten auf Dimethylformamid-gesättigten Kieselgel G Platten in Cyclohexan. Die Detektion erfolgte mit Echtblausalz B (di-o-anisidin-tetrazolchlorid) in alkalischer Lösung. Dadurch konnten außer den Cannabinolverbindungen Cannabidiolsäure, Cannabidiol, Cannabinol und Tetrahydrocannabinol eine Anzahl weiterer phenolischer Komponenten (9) getrennt werden. Außerdem war es möglich, drei isomere Tetrahydrocannabinole aufzutrennen. Eine zwischen Cannabidiol und Cannabidiolsäure gelegene Fraktion, die dieselbe Farbreaktion mit Echtblausalz B und Beam's Reagens zeigt wie Cannabidiol ist nach Meinung der Autoren ein Isomerisierungsprodukt des Cannabidiol (s. Abb. 7 S. 36). In einem Pyrolyseprodukt des Cannabidiol war diese Fraktion ebenfalls nachweisbar. Orientalischer Haschisch zeigte insgesamt 16 Fraktionen, von denen 7 identifiziert sind (Cannabidiolsäure, Cannabidiol-Isomeres, Cannabidiol, Cannabinol, Tetrahydrocannabinol I, II, III).

1965 gab MIRAS das Laufmittelsystem Petroläther/Äther (9:1) zur dünn-schichtchromatographischen Auftrennung von Cannabis an. Hierin gelang ebenfalls die Auftrennung der Cannabinole, nicht aber die der Tetrahydrocannabinol-Isomeren.

Eine gute Auftrennung von Cannabidiol, Tetrahydrocannabinol und Cannabinol (Rf-Werte 0,45; 0,35; 0,25) gelang auch in dem Laufmittelgemisch Benzol/Hexan/Diäthylamin (25:10:1) (HANACHIROU 1968).

Zum Nachweis von Haschischbestandteilen im Urin (Haschisch wurde dem Urin zugesetzt und dieser mit Chloroform ausgeschüttelt) verwendete PARKER 1968 das Laufmittelgemisch n-Hexan/Diäthyläther (4:1). Tetrahydrocannabinol und Cannabinol konnten getrennt werden.

Bei CLARKE 1969 ist zur Identifizierung von Haschisch das System Benzol/Chloroform (3:7) angegeben. Cannabidiol (Rf-Wert 0,8), welches mit Beam's Reagens eine purpurrote Farbe ergibt, soll die Anwesenheit von Haschisch anzeigen.

Schließlich wurde von MACHATA 1969 Petroläther/Äther (4:1) als Laufmittel verwendet. Die Rf-Werte lagen bei 0,17 für Cannabidiolsäure, 0,43 für Cannabinol, 0,48 für Tetrahydrocannabinol und 0,54 für Cannabidiol. (s. Abb. 7 S. 36). Dem Sprühreagens Dichlorchinonchlorimid wurde der Vorzug gegenüber Echtblausalz B gegeben, da es nicht immer frisch angesetzt werden muß.

6) S p e k t r o p h o t o m e t r i e

Die UV-Spektrophotometrie kann zur Bestätigung aber nicht zum Nachweis von Haschisch herangezogen werden. In Äthanol gemessen zeigt die Kurve ein Extinctionsmaximum zwischen 265 und 270 nm. Ein weniger ausgeprägtes Maximum liegt bei 300-310 nm, ein Minimum

bei 246-250 nm. Je nach Herkunft und Behandlung der Pflanze ist auch nur ein Maximum bei 270-280 nm möglich (BÄUMLER).

SCARINGELLI (1961) beschreibt die Absorptionsspektren von Haschisch in sauren und alkalischen Lösungen. Sie sind nach Meinung des Autors ausreichend charakteristisch, um eine brauchbare Methode zu liefern, und die Unterscheidung von anderen Kräutern zu erleichtern.

Zur Unterscheidung der verschiedenen chemischen Typen von Haschisch (unreif, reif, überreif) gab GRILIC 1968 die kombinierte Anwendung von Absorptionsspektrophotometrie über UV, sichtbaren und IR-Bereich an. Die Absorptionsmaxima für den UV-Bereich werden bei 260, 280, 300 und 310 nm angegeben. Im sichtbaren Bereich wurden Absorptionsmaxima bei 420, 520 und 630 nm gemessen.

UV-Absorptionsmaxima der verschiedenen Tetrahydrocannabinole liegen bei 208-209, 272-274 und 283-284 nm (KORTE 1965,58).

Die Spektrophotometrie kann auch zur quantitativen Bestimmung von Haschischinhaltsstoffen herangezogen werden (KORTE 1964). Nach dünnschichtchromatographischer Auftrennung werden die mit Echtblausalz B zu einem Azofarbstoff umgesetzten Fraktionen in Methanol/Eisessig (1:1) eluiert und im sichtbaren Spektralbereich gegen einen Extrakt von leerem Kieselgel photometriert. Cannabinol-, Cannabidiol- und Tetrahydrocannabinol-Azoverbindungen ergeben Absorptionsmaxima bei 520, 485 und 505 nm. Für diese Verbindungen wurden Eichkurven aufgestellt (s. Abb. 9 S. 39). IR-Spektren folgender Haschischinhaltsstoffe finden sich bei MECHOULAM 1967 : Cannabidiol, Cannabinol, Cannabidiolsäure, Δ^1 -THC, $\Delta^1/6$ -THC, Cannabigerol,

Cannabigerolsäure, Cannabinolsäure, Cannabicyclol, Cannabichromen.

V. HASCHISCHFÄLSCHUNGEN

Cannabis wird in vielerlei Zubereitungen verkauft. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Haschisch zu verlängern oder Fälschungen herzustellen.

In erster Linie soll äußerlich Ähnlichkeit mit den üblichen Handelsformen bestehen. Das zur Fälschung dienende Material soll gut brennen. Diese Forderungen sind leicht zu erfüllen. Der charakteristische Geruch von Haschisch kann nicht nachgeahmt werden, ist jedoch vorhanden, wenn nur ein geringer Teil Haschisch zugesetzt wird.

Nach Zeitungsberichten sollen getrocknete Bananenschalen als Zusatz zum Haschisch verwendet werden (BETTS).

SAHINA (1966) berichtet, daß manchmal anderes Pflanzenmaterial und eine Mischung von Tabak mit Zucker material wegen seiner Ähnlichkeit mit Cannabis eingesetzt wird. (s.a.S.18 u.19).

VI. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1) Identifizierung von Haschischproben

a) Mikroskopische Untersuchung

Zur Herstellung der Präparate wurde eine kleine Menge der Probe auf den Objektträger gebracht und mit einem Tropfen Chloralhydrat vorsichtig erhitzt. Es sind deutlich die beiden Haartypen von *Cannabis sativa* L. zu erkennen: die kurzen, plumpen Haare, mit dem typischen Cystolithen und die langen, schlanken Haare, die häufig kurz oberhalb der Basis rechtwinklig abgeknickt sind. (s. Abb. 4). Bei Betrachten im polarisierten Licht leuchten diese Haare hell auf. Einige runde oder auch längliche vielzellige Gebilde sind als Reste von Drüsenhaaren anzusehen (s.a.S.16). Einige sind teilweise durch austretendes Harz bedeckt.



Abb. 4 Pulverisierte Haschischprobe
A=Bekleidungshaar, B=Drüsenhaar

Pulverisierte Haschischproben enthalten mehr Pflanzenreste als gepreßter Haschisch und sind daher im mikroskopischen Bild leichter zu erkennen. Bei gepreßtem Haschisch wird das Bild von dem Harz beherrscht. Zwischen den braunen, schmierigen Massen findet man nur wenige Haare oder Haarfragmente. Reste von Drüsenhaaren konnten wir in solchen Präparaten nicht erkennen.



Abb.5 Reste von Drüsenhaaren aus einer pulverisierten Haschischprobe.

b) Geruchs- und Brennprobe

Haschischproben und besonders Haschischrauch haben einen typischen Geruch. Er wird durch ätherische Öle wie Pinen, Camphen, Phellandren, Linalool, Curcumen und Farnesol verursacht (AGURELL 1968). Haschisch brennt nach einmaligem Entzünden gleichmäßig ab und hinterläßt eine ganz fein pulveri-

sierte, homogene Asche, die bereits makroskopisch deutlich von Zigarettenasche zu unterscheiden ist. Bei einiger Erfahrung läßt sich mit Hilfe der Geruchs- und Brennprobe die Vermutung äußern, daß kein Haschisch vorliegt. Besteht jedoch nach diesen Proben der Verdacht, daß es sich um Haschisch handelt, so müssen weitere Untersuchungen klären, ob nicht eine Vermischung mit anderem Material (z.B. Pflanzen) vorliegt.

c) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen

Zum Nachweis bzw. zur Auftrennung der Haschischinhaltsstoffe werden dünnschichtchromatographische Verfahren von AGURELL (1968), BÄUMLER (1964), CLARKE (1969), HANACHIROU (1968), KORTE (1964), MACHATA (1969), MIRAS (1965) und PARKER (1968) beschrieben.

Mit Ausnahme von KORTE und AGURELL, die Dimethylformamid imprägnierte Platten verwendeten, arbeiteten alle anderen Autoren mit nicht imprägnierten Kieselgel G Dünnschichtplatten.

Wir prüften, inwieweit die angegebenen Trennsysteme zum Nachweis der Haschischinhaltsstoffe im Routinebetrieb geeignet sind.

Hierzu verwendeten wir zwei verschiedene Haschischproben, die sich in ihrem Gehalt an Cannabinol, Tetrahydrocannabinol, Cannabidiol und Cannabidiolsäure unterschieden. Die Probe 1 lag als dunkelbraune, gepreßte Platte vor und trug einen goldgeprägten Stempel, der als Ursprungsland Afghanistan bezeichnete (s. Abb. 6 S. 31)

Die Probe 2 lag als hellbraunes, feines Pulver vor und war wahrscheinlich orientalischer Herkunft. (s. Abb. 17 S. 53).



Abb.6 Haschischplatten aus Afghanistan^{†)}

Zur Herstellung der Untersuchungslösungen brachten wir je 100 mg der Proben in 2 ml Äthanol zum Sieden und filtrierten die entstehende grüne (Probe 1) bzw. braune (Probe 2) Lösung.

Je 0,02 ml dieser Lösungen wurden dann 2,5 cm vom unteren Rand der Dünnschichtplatte (Kieselgel Fertigplatten der Firma WOELM) entfernt punktförmig aufgetragen. Die Kieselgelschicht war in einer Höhe von 12,5 cm vom unteren Plattenrand entfernt durch einen Querstrich unterbrochen, sodaß das Laufmittel nur 10 cm hoch steigen konnte. Es wurde, wenn nicht anders vermerkt, dreimal mit dem bei den

^{†)} die Aufnahme wurde uns liebenswürdigerweise von der Kriminalpolizei Nürnberg zur Verfügung gestellt

einzelnen Autoren angegebenen Laufmitteln entwickelt.

Zur Sichtbarmachung der einzelnen Fraktionen verwendeten wir eine 1%ige Echtblausalz B Lösung (20 mg in 20 ml n/10 NaOH.).

Während bei der Durchführung der Verfahren von BÄUMLER, CLARKE, HANACHIROU, MACHATA, MIRAS und PARKER keine Schwierigkeiten auftraten, konnten bei dem Verfahren nach KORTE zunächst keine reproduzierbaren Ergebnisse erzielt werden.

KORTE geht bei der Imprägnierung der Dünnschichtplatten folgendermaßen vor:

Eine Kieselgel G Platte (250 μ Schichtdicke) wird in einer Höhe von 14,5 cm vom unteren Rand der Platte entfernt durch einen waagerechten Strich unterbrochen und in einem Gemisch von Dimethylformamid und Tetrachlorkohlenstoff (60:40) nach Erreichen der Markierung noch 15 Minuten belassen. Die so vorbereitete Platte soll dann so lange an der Luft liegen, bis sich die transparente, graue Adsorptionsschicht nur noch schwach, aber noch deutlich sichtbar von der nicht imprägnierten Schicht abhebt. Das dauert je nach Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit 45 bis 75 Minuten. Während dieser Zeit werden 2,5 cm vom unteren Rand der Platte entfernt die Lösungen aufgetragen und in Cyclohexan bis zur Markierung u.U. mehrmals entwickelt.

Laufgeschwindigkeiten und Trenneffekt hängen in starkem Maße vom Grad der Imprägnierung ab.

Wie wir in zahlreichen Versuchen feststellen konnten, hängt die Auftrennung der Haschischinhaltsstoffe vom Dimethylformamidgehalt der Adsorptionsschicht

ab. Ist die Konzentration des Dimethylformamid zu hoch, so erfolgt keine scharfe Trennung (seitliches Auseinanderlaufen der einzelnen Fraktionen). Die Laufzeit liegt dabei mit 90 Minuten und mehr weit über der von KORTE angegebenen Zeit.

Ist dagegen zu viel Dimethylformamid von der Dünnschichtplatte abgedunstet, so bleiben die Substanzen unmittelbar über dem Startpunkt liegen.

Die für eine saubere Auftrennung benötigte Dimethylformamidkonzentration ist schwer zu erreichen, da die Abdunstung von Dimethylformamid stark temperaturabhängig ist.

Wir versuchten daher, eine Methode herauszufinden, die eine Standardisierung des Verfahrens ermöglicht.

Trotz zahlreicher Versuche konnten wir mit der von KORTE angegebenen Arbeitstechnik nur zweimal eine saubere Trennung erhalten.

Sie gelang mit selbstgegossenen Dünnschichtplatten (20 g Kieselgel mit 56 ml aqua dest. zur Herstellung von zwei Platten). Eine 75 Minuten in Dimethylformamid mit Tetrachlorkohlenstoff (60:40) imprägnierte Dünnschichtplatte wurde bei 25°C

45 Minuten an der Luft getrocknet und anschließend einmal in Cyclohexan entwickelt (45 Minuten).

Am nächsten Tag ließ sich wegen geringer Temperaturschwankungen nach dieser Arbeitsvorschrift keine Auftrennung erzielen.

Mit folgender Arbeitstechnik erhielten wir reproduzierbare Auftrennungen der Haschischinhaltsstoffe: Fertigplatten der Firma WOELM wurden 13 cm vom unteren Rand der Platte entfernt durch einen Quer-

strich unterbrochen. In 3 cm Höhe wurden die Lösungen aufgetragen, 0,5 cm breit wurde die Kieselgelschicht am unteren Rand abgesprengt. Anschließend stellten wir die Dünnschichtplatte in einem Chromatographietopf, dessen Boden mit Dimethylformamid bedeckt und der mit Dimethylformamid-getränktem Filterpapier ausgekleidet war, auf einen ca. 1 cm hohen Aluminiumrost. Damit vermeiden wir, daß die Kieselgelschicht mit dem Imprägnierungsmittel in Berührung kommt. Den Chromatographietopf stellten wir dann für 90 Minuten in einen auf 45°C vorgeheizten Trockenschrank. Wir stellten fest, daß nach dieser Zeit die Kieselgelschicht mit der für eine saubere Auftrennung benötigten Dimethylformamidkonzentration gesättigt ist. Die imprägnierte Platte nahmen wir dann aus dem Chromatographietopf und entwickelten sofort anschließend ein- oder mehrmals in Cyclohexan (KORTE) oder Petroläther/Äther (4:1) (AGURELL). Die Dünnschichtplatte kann auch über Nacht oder länger in dem Trockenschrank belassen werden.

Nachdem auf diese Weise eine Standardisierung des Verfahrens erreicht war, führten wir eine vergleichende Untersuchung der beiden Haschischproben in 8 verschiedenen Laufmittelsystemen durch (s. Abb. 7 S. 36 und Abb. 8 S. 37).

Dabei ergab sich folgendes: Alle Laufmittelsysteme, bei denen nicht imprägnierte Dünnschichtplatten verwendet werden, trennen Haschisch so auf, daß die Fraktion des Tetrahydrocannabinol zwischen den Fraktionen von Cannabinol und Cannabidiol liegt, wobei eine dieser beiden Fraktionen unmittelbar der Tetrahydrocannabinol-Fraktion anliegt bzw. mit

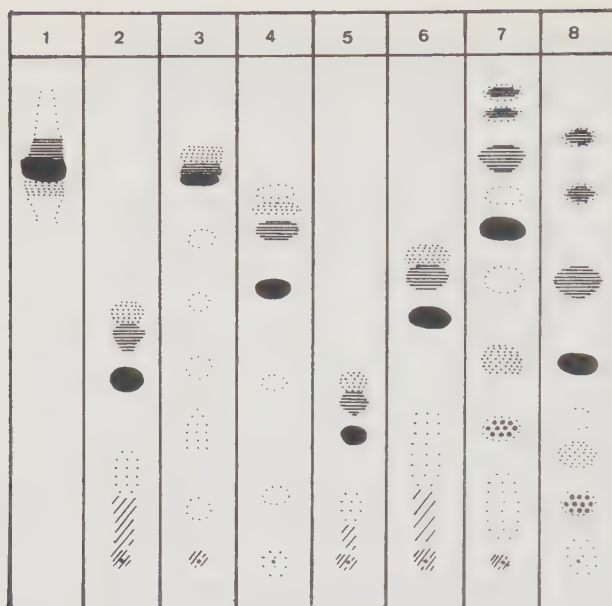
ihr vermischt ist. Auf dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten dagegen hat die Tetrahydrocannabinol-Fraktion den höchsten Rf-Wert und ist in 3 Isomere aufgetrennt.

Eine zwischen den Fraktionen von Cannabidiol und Cannabidiolsäure gelegene, orange anfärbbare Fraktion ist ebenfalls nur auf imprägnierten Dünnschichtplatten zu erkennen. Nach KORTE (1964) handelt es sich um ein Cannabidiol-Isomer.

Das Laufmittelsystem Methanol/Chloroform/Aceton (1:1:1) (BÄUMLER) trennt unzureichend auf.

Bei der Probe 2 waren nur violette und braunrote, unscharf begrenzte Anfärbungen zu sehen. Über die Zusammensetzung des Haschisch läßt sich damit keine Aussage machen. In diesem Laufmittel wurde nur einmal entwickelt. Mehrmaliges Entwickeln brachte keine bessere Auftrennung.

Während in allen übrigen Laufmittelsystemen, bei denen nicht imprägnierte Dünnschichtplatten verwendet werden, die Fraktionen von Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol eng zusammen liegen und manchmal nicht scharf voneinander abgegrenzt sind, ist die Auftrennung auf imprägnierten Dünnschichtplatten vollständig. Die einzelnen Fraktionen können leicht eluiert werden, was Voraussetzung für eine quantitative Untersuchung der Haschischinhaltsstoffe ist.



bb.7 Vergleichende Untersuchung in verschiedenen Laufmittelsystemen. Probe 1, gepreßter Haschisch

- 1) Methanol/Chloroform/Aceton (1:1:1) (BÄUMLER)
- 2) n-Hexan/Äther (4:1) (PARKER)
- 3) Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE)
- 4) Benzol/Hexan/Diäthylamin (25:10:1) (HANACHIROU)
- 5) Petroläther/Äther (9:1) (MIRAS)
- 6) Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA)
- 7) Dimethylformamid imprägniert, PÄ/Ä (4:1) (AGURELL)
- 8) Dimethylformamid imprägniert, Cyclohexan (KORTE)

	Cannabinol (violett)		CBD-Isomer (orange)
	Tetrahydro-(scharlach-cannabinol rot)		----- (braun-rot)
	Cannabidiol (orange)		----- (violett)
	Cannabidiolsäure (orange)		----- (schwach rot oder violett)

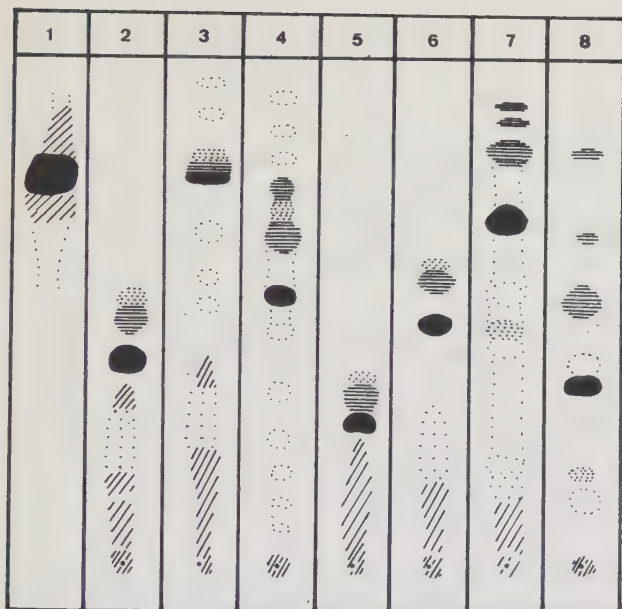


Abb.8 Vergleichende Untersuchung in verschiedenen Laufmittelsystemen. Probe 2, pulverförmiger Haschisch (Zeichenerklärung s.S.36)

d) Spektrophotometrische Untersuchung

Die UV-Spektren äthanolischer Extrakte der Haschischproben zeigten Absorptionsmaxima bei 265-267 nm, ein Minimum bei 256-257 nm und ein schwach ausgeprägtes Maximum bei 300 nm. Mit wenigen γ Haschisch kann ein UV-Spektrum erhalten werden.

Zur spektrophotometrischen Untersuchung im sichtbaren Bereich eignen sich die aus den Cannabinolen mit Echtblausalz B gebildeten Azoverbindungen. Diese eluierten wir in Methanol/Eisessig (1:1).

Während wir bei der Auftrennung nach KORTE die einzelnen Azoverbindungen rein eluieren konnten (Tetrahydrocannabinol-Azoverbindung 505 nm,

Cannabinol-Azoverbindung 520 nm und

Cannabidiol-Azoverbindung 485 nm), konnten wir auf nicht imprägnierten Platten die Azoverbindungen nicht rein isolieren, sondern bekamen meist Mischkurven mit unterschiedlichen Absorptionsmaxima.

Eine quantitative Auswertung unserer Haschischproben anhand der von KORTE 1964 angegebenen Eichkurven (s. Abb. 9) lieferte folgende Werte:

100 mg gepreßter Haschisch (Probe 1, Afghanistan) enthielten 0,8 mg Tetrahydrocannabinol

0,52 mg Cannabidiol

0,34 mg Cannabinol

100 mg pulverisierter Haschisch (Probe 2, Orient) enthielten 1,2 mg Tetrahydrocannabinol

0,88 mg Cannabinol

0,05 mg Cannabidiol

Zwei weitere Haschischproben, die erst vor kurzem sichergestellt worden waren, setzten sich folgendermaßen zusammen:

100 mg gepreßter Haschisch (Probe 3, Afghanistan) enthielten 1,8 mg Tetrahydrocannabinol

0,52 mg Cannabidiol

0,04 mg Cannabinol

100 mg pulveriger Haschisch als Platte geformt

(Probe 4, Türkei s. Abb. 16 S. 51)

enthielten 1,64 mg Tetrahydrocannabinol

0,44 mg Cannabidiol

0,06 mg Cannabinol

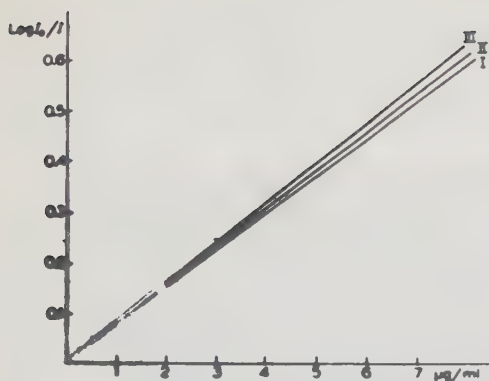


Abb.9 Eichkurven der Azoverbindungen von Tetrahydrocannabinol, Cannabinol und Cannabidiol nach KÖRTE (1964)

2) H a s c h i s c h n a c h w e i s a u s P f e i f e n

Uns wurden verschiedene Tabaks- und Haschischpfeifen zur Untersuchung eingesandt. Sie waren bei der Aufdeckung eines größeren Haschischringes in der Wohnung des Hauptbeschuldigten sichergestellt worden.

Wir sollten nachweisen, ob in diesen Pfeifen Haschisch geraucht worden war.

Die haschischverdächtigen Pfeifen wurden zunächst

makroskopisch untersucht. Dazu wurden sie auseinandergenommen und Pfeifenkopf, Mundstück sowie Ansatzstellen auf Rückstände untersucht. Dunkelbraune, schmierige Massen fanden sich an den Ansatzstellen, in den Pfeifenköpfen waren sie zum Teil auch mit Ascheresten vermischt.



Abb.10 Pfeife, in der Haschisch geraucht wurde

a) Mikroskopische Untersuchung

Zur mikroskopischen Untersuchung wurde eine kleine Probe des schmierigen Rückstandes entnommen, auf dem Objektträger verstrichen und in Glycerin betrachtet. Dabei konnten teils vereinzelt, teils massig typisch geformte Haare gefunden werden (s.a.S.16). Die Suche nach Drüsenhaaren und anderen Pflanzenbestandteilen verlief negativ. Im polarisierten Licht leuchteten außer den in

ihrer Form charakteristischen Haaren auch wesentlich größere, stabförmige Gebilde auf, die in einigen Präparaten zu finden waren.

In einigen Pfeifen konnten wir keine, den Haaren von *Cannabis sativa* L. ähnelnde Formen nachweisen. Dennoch ergab die dünnschichtchromatographische Untersuchung derselben Pfeifen Haschischinhaltsstoffe.

b) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen

Kleinere Mengen des schmierigen Rückstandes wurden in einem organischen Lösungsmittel (Petroläther, Äthanol oder Benzol) gelöst. War keine Entnahme von Rückständen möglich, so wurden Pfeilfenteile mit einem der oben genannten Lösungsmittel durchspült. Nach Einengen des Lösungsmittels untersuchten wir in zwei verschiedenen Laufmittelsystemen. Zeigte sich in dem Laufmittelsystem Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) keine Anfärbung mit Echtblausalz B, so wurde in keinem anderen Laufmittel untersucht. Proben, die jedoch in diesem Laufmittelgemisch Anfärbungen zeigten, wurden zusätzlich nach KORTE untersucht.

In dem Laufmittelsystem Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) konnte der braune Rückstand einer Pfeife in 9 verschieden anfärbbare Fraktionen aufgetrennt werden (s. Abb. 11 S. 42).

Cannabidiolsäure ließ sich in keiner der Pfeifen nachweisen.

Die gleichen Beobachtungen machte MIRAS (1964), der feststellte, daß die Cannabidiolsäure beim Rauchen zerstört wird.

	Rf-Wert	Farbe	Absorptions- maximum (nm)
GRD	0,71	orange	485
THC	0,64	rot	505
CBN	0,60	violett	520
	0,53	rot	495
	0,44	rot	490
	0,32	rot-vio- lett	525
	0,21	"	525
	0,14	"	515
	0,05	"	510

Abb.11 Probe aus einer Maschenspielle
in Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) 3x ent-
wickelt

c) Spektrophotometrische Untersuchung

Die durch dünnschichtchromatographische Auftrennung erhaltenen Fraktionen wurden nach dem Besprühen mit Echtblausalz B in 1 ml Methanol/Eisessig (1:1) eluiert und im sichtbaren Bereich spektrophotometrisch aufgezeichnet. Die Absorptionmaxima der einzelnen Fraktionen sind in Abb.11 angegeben.

Das Verhältnis von Cannabinol:Cannabidiol:Tetrahydrocannabinol betrug 10:9:6.

d) Untersuchung von Tabakrückständen normaler Pfeifen

Wir prüften, ob Tabakrückstände normaler Pfeifen nach dünnenschichtchromatographischer Auftrennung Fraktionen enthalten, die mit Echtblausalz B eine Anfärbung ergeben.

Hierzu entnahmen wir normalen, ungereinigten Tabakspfeifen, die ebenfalls einen braunen, schmierigen Rückstand enthielten, aus Pfeifenkopf, Mundstück und Filter Proben. Wir lösten diese Proben in Benzol und entwickelten in Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE).

Keine der untersuchten Proben zeigte eine mit Echtblausalz B anfärbbare Fraktion.

3) Haschischnachweis aus Zigaretten

Ein Schüler gab nach einem Suicidversuch an, Haschisch geraucht zu haben. Bei der polizeilichen Durchsuchung der elterlichen Wohnung wurden 98 Zigarettenkippen, sowie Tabak- und Aschereste sichergestellt und uns zur Untersuchung auf Haschisch eingesandt.

Bei der Untersuchung dieser Kippen bewährte sich folgendes Vorgehen:

Sie wurden zunächst in filterlose (19) und in Filterzigaretten (79) eingeteilt. Sodann bildeten wir von der großen Gruppe der Filterzigaretten fünf, etwa gleich große Untergruppen. Aus jeder Zigarettenkippe wurde eine kleine Probe Tabak ent-

nommen und die Gruppen einzeln dünnschichtchromatographisch untersucht. Wir verwendeten das Laufmittelsystem Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE) und als Sprühreagenz Echtblausalz B. Da in keiner der fünf Gruppen auf der Dünnschichtplatte eine mit Echtblausalz B anfärbbare Fraktion zu sehen war, schlossen wir aus, daß in einer der Filterzigaretten Haschisch geraucht worden war.

Unter den 19 filterlosen Kippen entdeckten wir bei näherer Betrachtung 14 selbstgedrehte Zigaretten, die von maschinell hergestellten Zigaretten zu unterscheiden sind. Letztere sind in einem ca. 2 mm breiten Streifen bündig verklebt (s. Abb. 12 und 13). Bei selbstgedrehten Zigaretten dagegen überragt das Papier die Klebefläche meist um mehrere Millimeter, was sehr gut nach Entfernen des Tabaks im Innern der Zigarette zu erkennen ist. (s. Abb. 13 S. 45) Außerdem sind im allgemeinen die Ecken des Papiers nicht exakt aufeinander geklebt.

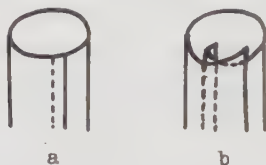


Abb. 12 Unterschied zwischen maschinell (a) und selbstgedrehter Zigarette (b)

Die mikroskopische Untersuchung einiger selbstgedrehter Zigaretten in Glyzerin ließ nur vereinzelt fragliche Cannabishaare erkennen.

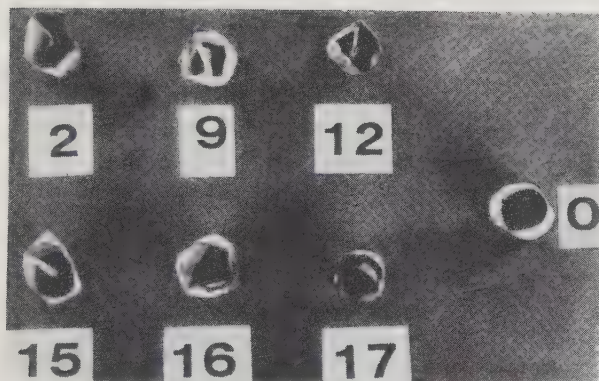


Abb. 13 Zigarettenpapier von 6 selbstgedrehten Zigaretten, in denen Haschisch geraucht worden war (2,9,12,15,16,17).
0 = maschinell hergestellte Zigarette

Zur dünnschichtchromatographischen Untersuchung wurde eine kleine Tabakprobe jeder einzelnen Zigarette entnommen, in Benzol gelöst und in dem Laufmittelgemisch Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE) untersucht. Bei 10 dieser 14 selbstgedrehten Zigaretten erhielten wir in Höhe der Haschisch-Vergleichsprobe rot und violett gefärbte Fraktionen. Um die einzelnen Haschischbestandteile nachweisen zu können, wurden diese Zigaretten nach KORTE auf dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten

in Cyclohexan untersucht. Hierbei fanden wir ungefähr gleich große Mengen von Tetrahydrocannabinol und Cannabidiol, während die Cannabinol-Fraktion nur schwach zu erkennen war. Nach Elution in Methanol/Eisessig (1:1) ergaben die Azoverbindungen von Cannabinol, Tetrahydrocannabinol und Cannabidiol die Absorptionsmaxima 510, 505 und 485 nm.

Ergänzend zum Haschischnachweis aus Zigaretten wurden noch einige Versuche angeschlossen.

a) Untersuchung von Rauch, Asche, Filter und Tabak

Der Tabak einer normalen Filterzigarette wurde etwa zur Hälfte entfernt und die Zigarette mit 100 bzw. 200 mg Haschischpulver gefüllt. Nach Anzünden der Zigarette wurde der Rauch mit Hilfe einer Spritze in ein mit Äthanol gefülltes Reagensglas eingeleitet. Die Zigarette wurde bis auf 2 cm "geraucht". Filter, Tabak, Asche und Rauch wurden nach KORTE untersucht. Im Filterextrakt waren die Fraktionen Tetrahydrocannabinol und Cannabinol sehr stark, Cannabidiol war schwach zu erkennen. Da die verwendete Haschischprobe sehr wenig Cannabidiol enthielt, konnte in Tabak und Rauch Cannabidiol nicht sicher nachgewiesen werden. Dagegen waren Cannabinol und Tetrahydrocannabinol deutlich zu erkennen. In der Asche waren keinerlei Fraktionen nachweisbar.

Bei der Wiederholung desselben Versuches mit nur 50 mg Haschischpulver waren in Rauch, Filter und Tabak ebenfalls noch Cannabinol und Tetrahydrocannabinol nachweisbar.

Obwohl bei der Untersuchung der Asche keinerlei

Fraktionen nachweisbar waren, zeigten sich bei mikroskopischer Untersuchung in Glycerin massenhaft Cannabishaare, die jedoch im polarisierten Licht schwächer aufleuchteten als Haare von nicht verbranntem Haschisch. Infolge ihrer Verkieselung lassen sich Cannabishaare leicht in Ascheresten nachweisen (s. Abb. 14)

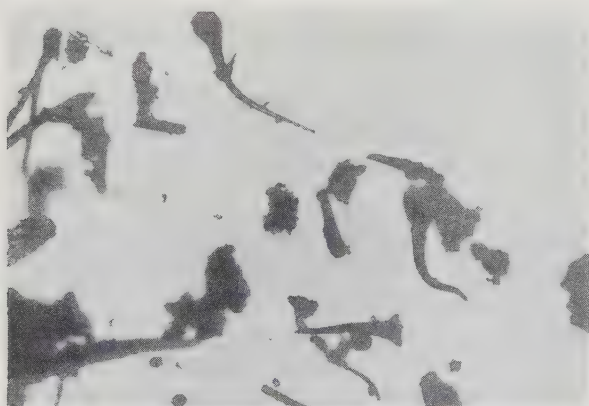


Abb. 14 Cannabishaare in Asche

b) Untersuchung verschiedener Tabaksorten

Um auszuschließen, daß normaler Tabak mit Echtblausalz B anfärbbare Fraktionen enthält, untersuchten wir verschiedene Zigarettensorten. Von je 10 Filter- und von 10 filterlosen Zigarettensorten wurden aus einer Zigarette je 300 mg Tabak entnommen, in 5 ml Benzol gelöst und nach Filtrieren die braune Lösung eingeeengt. Es wurde in dem

Laufmittelgemisch Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE) entwickelt und mit Echtblausalz B in alkalischer Lösung besprüht. Bei keiner der Zigarettensorten zeigten sich mit Echtblausalz B Anfärbungen.

4) Nachweis von Haschisch - fälschungen

Es überrascht nicht, daß bei der großen Nachfrage nach Haschisch auch Fälschungen oder Verlängerungen von Haschisch zum Kauf angeboten werden.

Drei verschiedene Haschischfälschungen wurden beschlagnahmt, als sie Amerikanern von farbigen holländischen Staatsangehörigen zum Kauf angeboten wurden.

Kleine Mengen von zwei weiteren Haschischfälschungen wurden im Besitz Jugendlicher gefunden.

Probe 1 (s. Abb. 15 S. 49)

Hierbei handelte es sich um eine dunkle, rot-schwarze Masse, die nach Art von gepreßtem Haschisch aufgemacht war. Die Masse ließ sich im Gegensatz zu gepreßtem Haschisch nicht biegen, sondern war sehr hart. Der Geruch war süßlich und ähnelte dem von Paprikapulver.

Eine kleine Probe brannte auf dem Spatel gut ab, der typische Haschischgeruch fehlte.

Eine kleine Menge der Probe gab in Äthanol eine kräftig rote Lösung. In dem Laufmittelgemisch Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) zeigte sich vor dem Besprühen mit Echtblausalz B eine leuchtend rote Fraktion in derselben Höhe wie eine zum Vergleich aufgetragene Lösung von Paprikapulver. Haschischinhaltsstoffe konnten mit Echtblausalz B

nicht nachgewiesen werden.

Bei der pharmakognostischen Untersuchung +) konnte bestätigt werden, daß es sich um Paprika handelt und der Probe außerdem geringe Mengen getrockneter Brennesseln beigemischt waren.

Außerdem waren schwarze, glänzende, 2-3 mm große Teilchen in der Fälschung zu erkennen, bei denen es sich vermutlich um Kohleteilchen handelt. Es ist anzunehmen, daß sie die Brennbarkeit der Probe verbessern sollten.

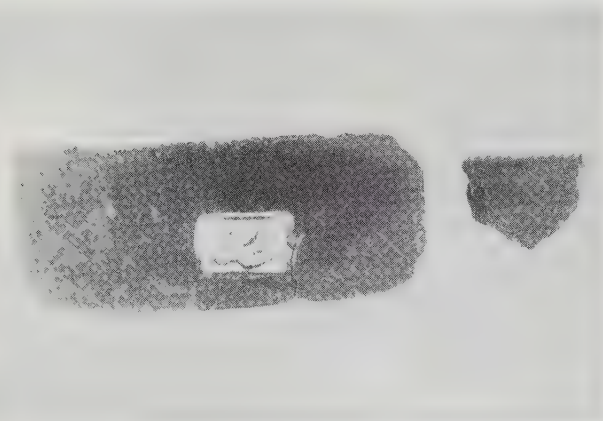


Abb.15 Haschischfälschung aus Paprika, getrockneten Brennesseln und Kohleteilchen.
Zum Vergleich gepreßter Haschisch aus Afghanistan (mit Stempel)

Probe 2 (s. Abb. 16 S. 50)

Hierbei handelte es sich um grau-grüne, faserig aussehende, 3-5 mm dicke, gepreßte Platten. Sie waren hart, nicht biegsam und auch nicht bröckelnd

+) an dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. K. Huth vom Botanischen Institut der Universität Erlangen für seine Unterstützung bei der pharmakognostischen Beurteilung der Haschischfälschungen danken.

Der Geruch war aromatisch und ähnelte dem von Thymol. Eine kleine Probe brannte gut ab und bildete einen aromatisch riechenden Rauch.

Anschließend wurde ein Petrolätherextrakt hergestellt und in den beiden Laufmittelsystemen Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) und auf dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten in Cyclohexan (KORTE) untersucht. Zum Vergleich wurden Haschisch und Thymian aufgetragen. Nach Besprühen mit Echtblausalz B zeigten sich keine rot oder violett gefärbten Fraktionen, dagegen zeigte sich in derselben Höhe wie die Thymian-Vergleichsprobe eine gelb-grüne Fraktion. Diese wurde in Methanol/Eisessig (1:1) eluiert und im sichtbaren Bereich gemessen. Die Absorptionsmaxima lagen bei Thymian und auch bei unserer Probe bei 405 nm.

Da die Benzollösungen der Probe und des Thymian etwa die gleiche gelbe Farbe aufwiesen, wurden Spektren im sichtbaren Bereich aufgenommen. Hierbei zeigten beide Lösungen ein starkes Absorptionsmaximum bei 670 nm, weitere Maxima bei 610, 560, 535 und 490 nm. Minima fanden sich bei 630, 580 und 530 nm.

BETTS wies auf die Verwechslungsmöglichkeit von Haschisch mit Thymian hin. In Höhe von Cannabidiol soll nach Besprühen mit Echtblausalz B eine durch Thymol verursachte gelb-grüne Färbung auftreten. Wir konnten jedoch feststellen, daß eine Verwechslungsmöglichkeit mit Thymol bei unseren Untersuchungen ausgeschlossen ist, da die orange Anfärbung mit dem Absorptionsmaximum von 485 nm bei Cannabidiol der gelb-grünen Anfärbung mit dem Absorptionsmaximum von 405 nm bei Thymol gegenübersteht.

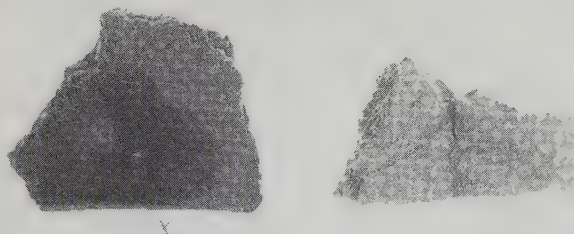


Abb. 16 Haschischfälschung aus Thymian (x), zum Vergleich eine Probe türkischer Haschisch

Probe 3 (s. Abb. 17 S. 52)

Hierbei handelte es sich um ein hellbraunes, feines Pulver mit unauffälligem, etwas heuartigem Geruch. Die dünnschichtchromatographische Untersuchung in dem Laufmittelsystem Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) ergab, daß in der Probe kein Haschisch enthalten war. Bei der pharmakognostischen Untersuchung war keine bei uns bekannte Droge oder Pflanze zu erkennen.

Probe 4

Unter einer größeren Menge beschlagnahmter echter Haschischplatten (s. Abb. 6 S. 31) befand sich eine, äußerlich den anderen ähnliche Platte, die jedoch beim Aufbrechen ein helles, braun-grünliches Pul-

ver enthielt. In diesem konnten wir dünnschichtchromatographisch keine Haschischbestandteile nachweisen. Die pharmakognostische Untersuchung ergab, daß es sich um eine nicht einheimische Pflanze handelte.

Probe 5

Ein braun-grünes, feinfaseriges Pulver roch schwach nach Haschisch.

Die dünnschichtchromatographische Untersuchung in Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) und auf dimethylformamidimprägnierten Platten in Cyclohexan (KORTE) ergab die Cannabinole THC, CBN, CBD und CBDS. Bei der mikroskopischen Untersuchung fiel auf, daß für eine pulverförmige Haschischprobe nur spärlich Cannabishaare vorhanden waren. Dagegen überwogen andere Pflanzenbestandteile.

Deshalb wurde das Extraktgewicht bestimmt (nach MACHATA), indem 100 mg der Probe mehrmals mit 5 ml Petroläther aufgekocht, die Extrakte vereinigt, das Lösungsmittel verdampft und der Rückstand gewogen wurde. Mit 2,5 % Harzanteil lag das Extraktgewicht dieser Probe weit unter dem echter Haschischproben (ca. 15%).

Offensichtlich war die Probe mit einer größeren Menge anderen Pflanzenmaterials verlängert.

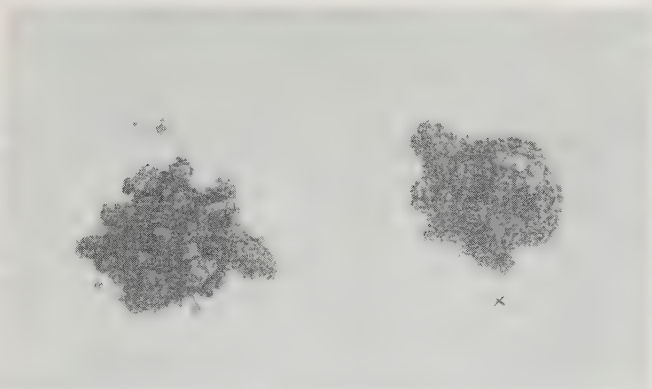


Abb. 17 Pulverförmige Haschischfälschung
x echter, pulverisierter Haschisch

5) N a c h w e i s v o n H a s c h i s c h - i n h a l t s s t o f f e n i m H a r n

Wir untersuchten, inwieweit die dünnschichtchromatographischen Verfahren nach MACHATA und nach KORTE zum Nachweis von Haschischinhaltsstoffen im Harn geeignet sind.

Von 5 verschiedenen Leerharnen wurden je 50 ml mit 20 ml konzentrierter Salzsäure 2 Stunden unter Rückfluß hydrolysiert und anschließend bei einem pH von 6 zweimal mit je 100 ml Chloroform ausgeschüttelt. Die Extrakte wurden nach Trocknen mit Natriumsulfat eingeeengt. Der gesamte Rückstand wurde in Äthanol aufgenommen und nach MACHATA oder KORTE untersucht. Mit Echtblausalz B ergaben sich keine anfärbbaren

Fraktionen.

Sodann versetzten wir 150 ml Harn mit 0,1 ml einer Haschischlösung, die ca. 90% eines Gemisches aus Cannabinol, Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol enthielt. Wir arbeiteten den Harn wie oben angegeben auf. Den Rückstand nahmen wir in 2 ml Äthanol auf und konnten nach MACHATA bei 0,02 und 0,04 ml (entsprechend 0,9 bzw. 1,8% der zugesetzten Menge) Tetrahydrocannabinol und Cannabinol erhalten.

Verschiedene Harne von Haschischrauchern wurden auf die oben beschriebene Weise aufgearbeitet. Auch bei Auftragen des gesamten Rückstandes konnten wir nach MACHATA keine anfärbbare Fraktion erhalten.

Im Harn eines Patienten, der im Rauschzustand zur stationären Aufnahme kam und wahrscheinlich Haschisch oral aufgenommen hatte, konnten wir nach MACHATA drei rot und blau anfärbbare Fraktionen finden (s. Abb. 18).

<u>Farbe</u>	<u>Harn</u>	<u>Haschisch</u>
orange CBD		
scharlachrot THC		
violett CBN		
blau		
rot		
blau		
gelb		
braun		

Abb. 18 Harnextrakt nach Haschischaufnahme im Laufmittel Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) 2 x entwickelt

VII. DISKUSSION

Die verschiedenen Zubereitungen des Indischen Hanfes unterscheiden sich besonders durch ihren Harzgehalt. Je nach Aufnahmeart werden harzarme (z.B. bhang) oder harzreiche (z.B. charas) Zubereitungen bevorzugt. Der Wirkstoffgehalt des Harzes ist abhängig von klimatischen Bedingungen, Tag-Nacht-Rhythmus und Reifestadium. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß nicht nur die weiblichen, sondern auch die männlichen Pflanzen des Indischen Hanfes wirksame Substanzen bilden (VALLE 1968). Die Wirkung des Haschisch wird einer Mischung von Tetrahydrocannabinol-Isomeren zugeschrieben.

Für den Menschen soll die wirksame Dosis 3-5 mg Δ^1 -THC betragen (GAONI 1964).

Die Wirkung besteht in Euphorie, Analgesie und verschiedenartigen Sinnestäuschungen. Bei hoher Dosierung sind Angstzustände, Depressionen und nar-koseähnlicher Schlaf beobachtet worden.

Es besteht heute die Ansicht, daß Haschisch nicht suchterzeugend ist, da es weder Entziehungssymptome, noch eine Neigung zur Dosissteigerung erkennen läßt (MORAES ANDRADE). Anstelle von "Haschischsucht" sollte man von "dependence of hashish type" sprechen (WATT 1965).

Einen Zusammenhang zwischen kriminellen Handlungen und Haschischaufnahme konnte MORAES ANDRADE nicht feststellen.

Verschiedene Untersuchungen zur Ausscheidung von Haschischinhaltsstoffen ergaben:

Bei Ratten fand JOACHIMOGLU 5 Tage nach intraperitonealer Injektion von C^{14} -THC 11,9% und 68,3% der Radioaktivität in Urin bzw. Faeces. AGURELL stellte

fest, daß innerhalb der ersten Woche nach Injektion von tritiummarkiertem Cannabinol weniger als 50% der verabreichten Menge ausgeschieden werden. BONZANI DA SILVA konnte beim Menschen 3 Stunden nach Haschischrauchen im Blut und 6 Stunden nach dem Rauchen im Urin größere Mengen von Cannabinol nachweisen. Jeweils 1 Stunde später waren nur noch Spuren zu finden. Der Cannabinolnachweis im Harn gelang auch SIEPER, der größere Mengen eines Alkohol-extraktes von Haschisch Versuchspersonen oral verabreichte.

Zum Haschischnachweis sind mikroskopische Untersuchung, verschiedene Farbstoffteste, dünnschicht- und gaschromatographische und spektrophotometrische Untersuchungen beschrieben.

Die verschiedenen Farbreaktionen wie Duquenois-Levine-Test, Beam's Reaktion und Ghamrawy-Test werden im allgemeinen in Verbindung mit anderen Untersuchungsmethoden, z.B. Mikroskopie durchgeführt, da sie nicht spezifisch für Haschisch sind.

Die mikroskopische Untersuchung von Haschisch bietet zahlreiche Verwechslungsmöglichkeiten, insbesondere dann, wenn die typischen Cystolithen- und Drüsenhaare nicht nachgewiesen werden können.

Bei unseren Untersuchungen stellten wir fest, daß pulverisierter Haschisch durch den relativ hohen Anteil an Pflanzenresten leichter zu beurteilen ist als gekochter und gepreßter Haschisch, der z.T. nur Fragmente von Cystolithenhaaren enthält.

In Pfeifenrückständen und Zigarettenskippen konnten teilweise mikroskopisch keine Haschischbestandteile gefunden werden, obwohl sich dünnschichtchromatographisch Haschischinhaltsstoffe nachweisen

ließen. Für forensische Zwecke ist die mikroskopische Untersuchung allein keinesfalls ausreichend. Es sollte hierzu auch der Nachweis der Haschischwirkstoffe erfolgen.

Wir prüften die dünnschichtchromatographischen Verfahren zur Auftrennung von Haschischinhaltsstoffen nach BÄUMLER, CLARKE, PARKER, HANACHIROU, MIRAS, MACHATA, AGURELL und KORTE. Mit allen Verfahren wurde eine mehr oder weniger gute Auftrennung von Haschischinhaltsstoffen erzielt (s. Abb. 7 S. 36).

Das Verfahren nach KORTE und das nach AGURELL wird mit dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten durchgeführt. Nach der von KORTE zur Imprägnierung und anschließenden Entwicklung in Cyclohexan angegebenen Arbeitstechnik konnten wir keine reproduzierbaren Ergebnisse bekommen. Eine von uns entwickelte Arbeitstechnik ermöglichte eine Standardisierung der Imprägnierung von Dünnschichtplatten mit Dimethylformamid und anschließender Entwicklung in Cyclohexan (KORTE) oder in Petroläther/Äther (4:1) (AGURELL). Die Imprägnierung von Dünnschicht-Fertigplatten der Firma WOELM erfolgte in Dimethylformamid-Dampf bei 45°C.

Auf dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten erfolgt eine vollständige Auftrennung der Haschischinhaltsstoffe in Cannabidiolsäure, Cannabidiol, Cannabinol und Tetrahydrocannabinol-Isomere, sodaß nach dem Besprühen mit Echtblausalz B die gebildeten Diazofarbstoffe spektrophotometrisch ausgewertet werden können. Der Gehalt an Cannabinol, Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol ist in verschiedenen Haschischproben sehr unterschiedlich und kann für Identitätsprüfungen wertvoll sein.

Zum Nachweis bzw. zum Ausschluß von Haschischinhaltsstoffen aus Pfeifen, Zigarettenskippen, Asche- oder Tabakresten oder anderem verdächtigem Material wandten wir nach der mikroskopischen Voruntersuchung zwei verschiedene dünnschichtchromatographische Verfahren an. Zuerst untersuchten wir die Proben in dem Laufmittelgemisch Benzol/Chloroform (3:7) (CLARKE) oder in Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA). Wir entwickelten jeweils zwei- oder dreimal. Nach dem Besprühen mit Echtblausalz B sind bereits die Fraktionen von Cannabinol (violett), Tetrahydrocannabinol (scharlachrot) und Cannabidiol (orange) (s.S.36) zu erkennen.

Anschließend untersuchten wir die Proben auf dimethylformamidimprägnierten Dünnschichtplatten in Cyclohexan (KORTE) oder in Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA). Die vollständig aufgetrennten Haschischinhaltsstoffe eluierten wir und bestimmten die Absorptionsmaxima der gebildeten Azoverbindungen.

Um Verwechslungsmöglichkeiten auszuschließen, untersuchten wir verschiedene Tabaksorten und den schmierigen Rückstand von Tabakspfeifen ebenfalls dünnschichtchromatographisch. Nach dem Besprühen mit Echtblausalz B zeigte sich dabei keine Anfärbung.

Bei der Beurteilung von Zigarettenskippen mit Filter empfiehlt sich die dünnschichtchromatographische Untersuchung eines Filterextraktes. Nach unseren Untersuchungen adsorbiert der Filter wesentlich größere Mengen von Haschischinhaltsstoffen als der Tabak.

Die Untersuchung von Haschischasche ergab, daß auch

bei größeren Mengen in der Haschischasche keine Inhaltsstoffe von Haschisch mehr nachweisbar sind. Dagegen ergab die mikroskopische Untersuchung der Asche deutlich erkennbare Cannabishaare (s. Abb. 14 S.47). Infolge ihrer Verkieselung lassen sie sich noch nachweisen. Im polarisierten Licht leuchten sie ebenfalls noch auf.

Verschiedene Haschischfälschungen in Form von gepreßtem Thymian, Paprika mit Brennesseln und Kohle-
teilchen zu einer festen Masse gepreßt sowie verschiedene pulverförmige Haschischfälschungen wurden folgendermaßen untersucht: An eine Geruchs- und Brennprobe, die bei einiger Erfahrung recht aufschlußreich sein kann, schlossen sich die dünn-
schichtchromatographische und die pharmakognostische Untersuchung an. Thymian und Paprika sind durch ihre charakteristischen Fraktionen auf der Dünnschichtplatte zu erkennen. Thymian zeigt nach dem Besprühen mit Echtblausalz B eine gelb-grüne Fraktion mit einem Absorptionsmaximum der Azoverbindung von 405 nm. Paprika weist eine leuchtend rote Fraktion auf, die sich durch Besprühen mit Echtblausalz B nicht ändert. Die Anwesenheit von Brennesseln konnte durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt werden. Zur Feststellung einer verlängerten Haschischfälschung eignet sich die Bestimmung des Extraktgewichtes nach MACHATA. So fanden wir bei einer solchen Verlängerung einen Harzanteil von 2,5%, während er bei anderen Haschischproben um 15% liegt.

Wir untersuchten verschiedene im sauren Milieu hydrolysierte Leerharne in Petroläther/Äther (4:1) (MACHATA) und auf dimethylformamidimprägnierten

Dünnschichtplatten nach KORTE. Mit Echtblausalz B ergaben sich keine anfärbbaren Fraktionen.

Nach Zusetzen von Haschisch zum Harn ließen sich noch bei 0,9% der zugesetzten Menge von Cannabinol, Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol Fraktionen nachweisen.

Während wir im Harn von Haschischrauchern keine Fraktionen nachweisen konnten, fanden wir bei einer wahrscheinlich oralen Haschischaufnahme im Harn mit Echtblausalz B rot und blau gefärbte Fraktionen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

In vorliegender Arbeit wurden Haschischnachweisverfahren auf ihre Empfindlichkeit und Spezifität geprüft. Wir untersuchten die dünnschichtchromatographischen Verfahren nach BÄUMLER, CLARKE, PARKER, HANACHIROU, MIRAS, MACHATA, AGURELL und KORTE. Die Arbeitstechnik zur Herstellung von dimethylformamidimprägnierten Kieselgelplatten wurde verbessert, indem diese in Dimethylformamiddampf imprägniert werden. Hierdurch erreichten wir eine reproduzierbare Auftrennung der Haschischinhaltsstoffe nach den von KORTE und AGURELL angegebenen Verfahren. Für forensisch-toxikologische Zwecke eignet sich eine Kombination von Mikroskopie mit Dünnschichtchromatographie und Spektrophotometrie. Es wurden verschiedene Haschischproben, Pfeifen, Zigarettenskippen, Asche- und Tabakreste sowie Haschischfälschungen untersucht.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

1. ADAMS,R., PEASE,D.C., CAIN,C.K., CLARK,J.H.
Structure of Cannabidiol.
VI.Isomerization of Cannabidiol to Tetrahydro-
cannabinol, a physiologically active product.
J.Amer.Chem.Soc.62, 2402 (1940)
2. ADAMS,R., BAKER,B.R.
Structure of Cannabidiol
VII.A Method of Synthesis of a Tetrahydrocanna-
binol, which possessis Marihuana Activity.
J.Amer.Chem.Soc.62, 2405 (1940)
3. ADAMS,R., LOEWE,S., JELINEK,C., WOLFF,H.
J.Amer.Chem.Soc.63, 1971 (1941)
zitiert GRLIC 1964
4. ADAMS,R., CAIN,C.K., LOEWE,S.
J.Amer.Chem.Soc.63, 1977 (1941)
zitiert GRLIC 1964
5. ADAMS,R., SMITH,C.M., LOEWE,S.
Tetrahydrocannabinol Homologues and Analogues
with Marihuana Activity.
J.Amer.Chem.Soc.63, 1973 (1941)
6. ADAMS,R., CARLIN,R.B.
The Addition of Dienes to certain Di-o-methoxy-
substituted Cinnamic Acids.
J.Amer.Chem.Soc.65, 360 (1943)

7. ADAMS,R., CAIN,C.K., MC PHEE,W.D., WEARN,R.B.
Structure of Cannabidiol
XII.Isomerization to Tetrahydrocannabinols.
J.Amer.Chem.Soc.63, 2209 (1941)
8. AGURELL,S., NILSSON,I.M., SANDBERG,F.
Cannabis, biochemical and chemical properties.
Svensk Farm.Tidskr.72,20,662 (1968)
9. AGURELL,S., NILSSON,I.M., OHLSSON,A., SANDBERG,F.
Elimination of tritium-labelled cannabis in the rat with special reference to the development of tests for the identification of Cannabis users.
Biochemical Pharmacology 18,5,1195 (1969)
10. ASAHINA,H.
Bull.Narcot.9,4,18 (1957)
zitiert GRLIC 1964
11. ASAHINA,H., TAKAHASHI,K.
Microscopic identification of cannabis leaves.
Bull.nat.Inst.hygienic Sciences 84,54 (1966)
12. ASUNI,T.
Socio-psychiatric problems of cannabis in Nigeria.
Bull.Narc.16,2,17 (1964)
13. BÄUMLER,J.
Zur raschen Identifizierung von Haschisch.
Arch.Kriminol.134,92 (1964)

14. BEAN, W.
4th Report, Wellcome Trop. Research Lab.,
Rep. Sudan Gov., 25 (1911)
15. BETTS, T.J., HOLLOWAY, P.J.
Chromatographic identification of cannabis.
J.Pharm.Pharmac.19, Suppl.97S (1967)
16. BICHER, H.J., KRUPNIK, J., ELIASH, S.
Pharmacological Properties of 1(6)THC.
Proc.Intern.Congr.Pharmacol.Brazil 1966, S.114
17. BONZANI DA SILVA, J.
Identificacao de Canabinol atraves da analise
cromatografica no sangue, urina e saliva de
toxicomanos de cannabis sativa L.
Rev.Fac.Farm.Bioquim.5, 205 S.Paulo (1967)
18. BROMBERG, W.
J.Amer.med.Ass.113, 4 (1939)
zitiert WATT 1965
19. CADDY, B., FISH, F., WILSON, .D.C.
Gas chromatography for Indian hemp.
J.Pharm.Pharmac.19, 851 (1967)
20. CHERONIS, N.D.
Tentative and rigorous proof in the identification
of organic compounds and application
of these concepts to the detection of the active
principles of marihuana.
Microchem.J.4, 555 (1960)

21. CHOPRA, R.N., CHOPRA, J.C.
The Use of Cannabis Drugs in India.
Bull.Narcot.9, 4, 21 (1957)
22. CLARKE, E.G.C.
Isolation and Identification of Drugs.
London: The Pharmaceutical Press 1969
23. CLAUSSEN, U., v. SPULAK, F., KORTE, F.
Cannabichromen, ein neuer Haschischinhalts-
stoff.
Tetrahedron 22, 4, 1477 (1966)
24. CLAUSSEN, U., BORGER, W., KORTE, F.
Gaschromatographische Analyse der Inhalts-
stoffe des Hanfes.
Justus Liebigs Annalen der Chemie 693, 158 (1966)
25. DAVIS, T.W.M., FARMILLO, C.G., OSADCHUK, M.
Identification and Origin Determination of
Cannabis by Gas and Paper Chromatography.
Analyt.Chem.35, 751 (1963)
26. DUQUENOIS, P., NEGM, H.
Bull.Sci.Pharm.45, 203 (1938)
zitiert NAKAMURA 1969
27. FARMILLO, C.G., DAVIS, T.W.M.
Paper and Gaschromatographic Analysis of
Cannabis.
J.Pharm.Pharmac.13, 767 (1961)
28. FARMILLO, C.G., DAVIS, T.W.M., VANDENHEUVEL, F.A.,
LANE, R.
United Nations document ST/SCA/SER SA (1962)

29. FISCHER, H.
Handwörterbuch der Gerichtlichen Medizin
und Naturwissenschaftlichen Kriminalistik,
S. 341
Berlin: Springer 1940
30. GAONI, Y., MECOULAM, R.
The Isolation, Structure and Partial Synthesis of an active constituent of hashish.
J. Amer. Chem. Soc. 86, 8, 1646 (1964)
31. GAONI, Y., MECOULAM, R.
The structure and synthesis of cannabigerol,
a new hashish constituent.
Proc. chem. Soc. Lond. 82 (1964)
32. GAONI, Y., MECOULAM, R.
Cannabichromene, a new active principle in
hashish.
Chemical Communications 1, 20 (1966)
33. GHAMRAWY, M. A.
J. Egypt. med. Ass. 20, 193 (1937)
Chem. Abstr. 32, 4724
34. GOODMAN, L., GILMAN, A.
The Pharmacological Basis of Therapeutics II,
S. 170
New York: The Macmillan Company 1955
35. GRILIC, L.
A comparative study on some chemical and biological characteristics of various samples of Cannabis resin.
Bull. Narc. 14, 3, 37 (1962)

36. GRLIC, L.
Recent advances in the chemical research of
cannabis.
Bull.Narcot.16,4,29 (1964)
37. GRLIC, L.
Combined spectrophotometric differentiation
of samples of Cannabis.
Bull.Narc. 20,3,25 (1968)
38. HANACHIROU, A.
Forensic chemical study on marihuana
I. A detection method of the principal consti-
tuents by thin layer and gas chromatographies.
Chem.Pharm.Bull.16,5,822 Tokyo (1968)
39. HEAYSMAN, L.T., WALKER, E.A., LEWIS, D.T.
Application of gas chromatography to the exa-
mination of the constituents of Cannabis sa-
tiva L.
Analyst,92,450 Cambridge 1967
40. HERBERG, R.J.
Analyt.Chem.32,42 (1960)
zitiert MIRAS 1965
41. HESSE, E.
Die Rausch- und Genussgifte, S.59
Stuttgart: Enke 1953
42. HOLLISTER, L.E., RICHARDS K. RICHARDS,
GILLESPIE, H.K.
Comparision of tetrahydrocannabinol and Syn -
hexyl in man.
Clin.Pharmacol.Ther.9,6,783 (1968)

43. HOLLOWAY, P.J.
Ph.D. Thesis, University of London (1967)
zitiert BETTS 1967
44. HORTON, W.
Note on the Preparation of the Herbarium
Material for Histological Study.
Ann. of Bot. 2, 404 (1938)
45. ISBELL, H.
Marihuana; the familar compound poses many
challenges.
U.S. Public Health Serv. Publ. 1743, 163 (1968)
46. JOACHIMOGLU, G.
Natural and smoked hashish.
Ciba Found. Study Group 21, 2 (1965)
47. KANE, V.
Constituents of hashish. A novel reaction of
oliveto1 with citral in presence of pyridine.
Total synthesis of dl-cannabicyclol and dl-
cannabichrome~~ne~~.
J. Amer. Chem. Soc. 90, 23, 6551 (1968)
48. KARBE, H.
Arzneimittelforschung I, 37 (1951)
zitiert GESSNER, O.
Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa.
Heidelberg: Winter 1953
49. KINGSTON, C.R., KIRK, P.L.
Separation of components of Marihuana by gas-
liquid chromatography.
Anal. Chem. 33, 1794 (1961)

50. KOLSEK, J., MATICIC, M., REPIC, R.
Zur Papierchromatographie der Inhaltsstoffe
des Hanfes (*Cannabis sativa*).
Arch. Pharm. 295, 151 (1962)
51. KORTE, F., SIEPER, H.
Paper chromatographic characterization of
hashish components.
Tetrahedron 10, 153 (1960)
52. KORTE, F., SIEPER, H.
Isolierung von Haschisch-Inhaltsstoffen aus
Cannabis sativa non indica.
Justus Liebig's Annalen der Chemie 630, 71 (1960)
53. KORTE, F., SIEPER, H.
Paperchromatographic identification of
hashish-containing substances.
Angew. Chem. 72, 210 (1960)
54. KORTE, F.
Untersuchung von Haschischinhaltsstoffen
durch Dünnschichtchromatographie.
J. Chromatog. 13, 90 (1964)
55. KORTE, F.
Quantitative Bestimmung von Haschischinhalts-
stoffen nach Dünnschichtchromatographie.
J. Chromatog. 14, 178 (1964)
56. KORTE, F., HAAG, M., CLAUSSEN, U.
Tetrahydrocannabinolcarboxylic acid, a com-
ponent of hashish.
Angew. Chemie International Edition 4, 872 (1965)

57. KORTE, F., SIEFER, H., TIRA, S.
New results on hashish-specific constituents.
Bull.Narcot.17,1,35 (1965)
58. KORTE, F., Sieper, H..
Recent results of hashish analysis.
Ciba Found. Study Group 21,15 (1965)
59. KREJCI, Z.
Casopis Lakaru ceskych 100,1351 (1961)
C.A.57,953h (1962)
zitiert GRLIC 1964
60. LERNER, M.
Marihuana: tetrahydrocannabinol and related
compounds.
Science 140,3563,175 (1963)
61. LOEWE, S.
Science 102,615 (1945)
zitiert GRLIC 1964
- 62.. LOEWE, S.
J.Pharmacol.exp.Ther.88,154 (1946)
zitiert MIRAS 1965
63. LOEWE, S.
Cannabiswirkstoffe und Pharmakologie der Cannabinole.
Arch.exper.Pathol.Pharmakol.211,175 (1950)
64. MACHATA, G.
Analytischer Nachweis und Bewertung von
Haschisch.
Arch.Toxicol.25,19 (1969)

65. MARTIN, L., SMITH, D.M., FARMILLO, C.G.
Essential oil from fresh Cannabis sativa
and its use in identification.
Nature 191, 774 (Aug. 19) (1961)
66. MECHOULAM, R., GAONI, Y.
The Isolation and structure of Cannabinolic,
Cannabidiolic and Cannabigerolic Acids.
Tetrahedron 21, 1223 (1965)
67. MECHOULAM, R., GAONI, Y.
Recent advances in the chemistry of hashish.
Fortschr. Chem. Org. Naturst. 25, 175 (1967)
68. MIRAS, C.J., SIMOS, S., KIBURIS, J.
Comparative assay of the constituents from
the sublimate of smoked cannabis with that
from ordinary cannabis.
Bull. Narcot. 16, 1, 13 (1964)
69. MIRAS, C.J.
Some aspects of cannabis action.
Ciba Found. Study Group 21, 36 (1965)
70. MORAES ANDRADE, O.
The criminogenic action of cannabis (mari-
huana) and narcotics.
Bull. Narcot. 16, 4, 23 (1964)
71. MUNCH, J.C.
Marihuana and crime.
Bull. Narcot. 18, 2, 15 (1966)

72. MURPHY, H.B.M.
The Cannabis habit. A review of recent psychiatric Literature.
Bull.Narcot.15,15 (1963)
73. NAKAMURA, G.R.
Forensic aspects of Cystolith Hairs of Cannabis and other plants.
J. of the Assoc.offic.Anal.Chem.52,1,5 (1969)
74. OBATA, Y., ISHIKOWA, Y.
Constituents of the hemp plant
I. Volatile phenol fraction.
Bull.Agr.Chem.Soc.Japan 24,667 (1960)
75. PARKER, D., WRIGHT, J.A., HALPERN, A.F., HINE, C.H.
Preliminary report on the separation and quantitative determination of cannabis constituents present in plant material, and when added to urine, by thin-layer and gas chromatography.
Bull.Narcot.20,4,9 (1968)
76. RÖHM, E.
Zur Kenntnis des Rauschgiftes Marihuana.
Arch.Kriminol.128,164 (1961)
77. DE ROPP, R.S.
Chromatographic separation of the phenolic compounds of Cannabis sativa.
J.Am.Pharm.Assoc.Sci.Ed.49,756 (1960)
78. RUNK, B., ZINN, U.
Haschisch-Inhaltsstoffe, Synthese und Wirkungen
Medizinische Monatsschrift 4,165 (1965)

79. SCARINGELLI, F.
U.S. Treasury Bulletin, Alcohol and
Tobacco Tax Division 1961
zitiert GRLIC 1964
80. SCHULTZ, O.E., HAFFNER, G.
Zur Kenntnis eines sedativen Wirkstoffes
aus deutschem Faserhanf (*Cannabis sativa*)
Arch. Pharm. 291, 391 (1958)
81. SCHULTZ, O.E., HAFFNER, G.
Zur Kenntnis eines sedativen und antibak-
teriellen Wirkstoffes aus dem deutschen
Faserhanf (*Cannabis sativa*).
Z. Naturforschung 14b, 98 (1959)
82. SCHULTZ, O.E., HAFFNER, G.
Zur Frage der Biosynthese der Cannabinole.
Arch. Pharmaz. 293, 1, 1 (1960)
83. SCHULTZ, O.E.
Paper chromatography of the constituents
of *Cannabis sativa*.
Arch. Pharmaz. 295, 66 (1962)
84. SIEPER, H.
Ciba Found. Study Group 21, S. 90 (1965)
Diskussion
85. v. SPULAK, F., CLAUSSEN, U.
Tetrahydrocannabitriol, cannabidiocarboxylic
acid ester, a new constituent of hashish.
Tetrahedron 24, 15, 5379 (1968)

86. STRINGARIS, M.G.
Die Haschischsucht
(Psychopathologie-Klinik-Soziologie-Kriminologie)
Berlin: Springer 1939
87. UNITED NATIONS SECRETARIAT,
Document ST/SOA/SER-S/1 (1960)
Document ST/SOA/SER-S/5 (1961)
88. VALLE, J.R., LAPA, A.J., BARROS, C.G.
Pharmacological activity of cannabis
according to the sex of the plant.
J.Pharm.Pharmacol.20, 10, 798 (1968)
89. VOLLNER, L., BIENICH, D., KORTE, F.
Cannabidivarin, ein neuer Haschisch-Inhalts-
stoff.
Tetrahedron 3, 145 (1969)
90. WATT, J.M.
Drug dependence of hashish type.
Ciba Found. Study Group 21, 54 (1965)
91. WATT, J.M.
Dagga in South Africa
Bull.Narcot.13, 3, 9 (1961)
92. WOLLNER, H.T., MATCHETT, J.R., LEVINE, J.,
LOEWE, S.J.
Isolation of a Physiologically Active Tetra-
hydrocannabinol from Cannabis sativa Resin.
J.Amer.Chem.Soc.64, 26 (1942)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Dr. E. Weinig für die Überlassung des Themas und für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes in seinem Institut aufrichtig danken.

Herrn Dipl. Chem. G. Machbert danke ich ganz herzlich für seine vielfältigen und wertvollen Anregungen und seine große Hilfsbereitschaft bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn O. Opitz möchte ich für die Anfertigung der Aufnahmen danken.

Lebenslauf

Am 17.12.1942 wurde ich, Antje v. Lukowicz, als drittes Kind des Zahnarztes Dr. Heinz Mönken und seiner Ehefrau Anneliese, geb. Kiene in Schweinfurt geboren. Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule und anschließend das Humanistische Gymnasium in Schweinfurt, welches ich 1961 mit dem Abitur abschloß. Im Wintersemester 1961/62 begann ich das Studium der Zahnheilkunde, im darauffolgenden Sommersemester zusätzlich das Studium der Medizin in Erlangen. Die naturwissenschaftliche Vorprüfung bestand ich im Mai 1963, die ärztliche und die zahnärztliche Vorprüfung im August bzw. Oktober 1964. Nach dem ersten klinischen Semester entschloß ich mich, zunächst das Medizinstudium zu beenden. Im August 1965 heiratete ich den Biologen Dr. Mathias v. Lukowicz. Im Juli 1967 wurde unsere Tochter Stephanie geboren. Im Wintersemester 1965/66 setzte ich mein Studium an der Universität München fort, wo ich bis einschließlich Sommersemester 1967 immatrikuliert war. Am 24. Juli 1968 bestand ich in Erlangen die ärztliche Prüfung. Vom 1. Oktober 1968 bis 31. März 1969 war ich als Medizinalassistentin an der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen tätig. Von April bis August 1969 war ich als Medizinalassistentin am Institut für Gerichtliche Medizin und Kriminalistik der Universität Erlangen beschäftigt. Zur Zeit arbeite ich als Medizinalassistentin an der Chirurgischen Abteilung des Stadtkrankenhauses Fürth.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
